



Facultad de Ingeniería y Computación
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

“Propuesta de redistribución de planta para una empresa de Confección Textil”

Presentado por:
Luis Andrés Carpio-Tirado Lazo

Para optar por el Título Profesional de:
Ingeniero Industrial

Orientador: Mario Humberto Núñez Ramírez

Arequipa, abril del 2016

Agradecimientos

Al cruzar la línea de meta, con la entrega de este documento, voltear la mirada atrás solamente te hace ver todo el trabajo realizado. Es mucho el esfuerzo y personas que se han involucrado contigo, pero vale la pena, vale la pena amar lo que haces y sacrificar tus planes rutinarios por alcanzar tus metas profesionales. Este documento no habría concluido sin previamente agradecer a cada uno de ustedes:

La primera mención, sin lugar a duda, es para Dios, el agradecimiento es infinito al darme la dicha de recorrer esta travesía llamada vida. A mis padres: Lucho y Milagros, quienes me enseñan el camino, los objetivos y me dan la energía suficiente como para seguir adelante día a día. A mi familia, por el amor y apoyo que siempre me brindan. A Héctor, por ser el caballero que es y el cariño que siempre ha tenido con nosotros. A las personas involucradas durante este tiempo, por el amor, afecto y aguante que han tenido con mis enojos, frustraciones y estrés.

Por supuesto, Al Ing. Alonso Portocarrero, quien me animó, guió, apoyó y aconsejó durante toda mi carrera universitaria, aún recuerdo el día que, reunidos en su oficina, decidí encarar el objetivo de ser Ingeniero Industrial. Al Ing. Mario Núñez, quien me asesoró y recomendó en el presente documento. Al Ing. Felipe Valencia, quien más que un docente, es un amigo, como alguna vez me lo dijo, le agradezco muchísimo profe! Este documento también tiene muchas de sus enseñanzas. A todos los docentes de la UCSP, que me formaron como persona y profesional con conocimientos sólidos para poder encarar siguientes etapas en mi vida. A todos mis compañeros de colegio, universidad y trabajo, por el aprendizaje que hemos obtenido juntos.

A Jonathan Alegre, quien con sus palabras y motivación, desde el comienzo de este camino sacó lo mejor de mí. A Bruno, tuve la dicha de conocer a un excelente profesional y mejor persona, las amanecidas valieron la pena hermano. A mi profesor de fútbol, René, quien desde el cielo seguramente se sentirá muy feliz de verme concluyendo este documento y cumpliendo nuevas metas propuestas. A mi madrina y profesora de secundaria, Miss Shirley, por guiarme y confiar en mí en momentos difíciles.

Tabla de contenido

1	CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.....	
1.1	INTRODUCCIÓN.....	11
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.2.1	Formulación del problema.....	12
1.2.2	Justificación y Relevancia de la Investigación.....	13
1.3	OBJETIVOS.....	14
1.3.1	Objetivo General.....	14
1.3.2	Objetivos Específicos.....	15
1.4	METODOLOGÍA APLICADA.....	15
1.4.1	Metodología Básica.....	15
1.4.2	Técnicas de Registro y Análisis de Datos.....	20
2	CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	24
2.1	Distribución de Planta.....	24
2.2	Sistemas Actuales de Distribución de Planta.....	25
2.2.1	Diseño de Planta Estático vs. Dinámico.....	26
2.3	Tipos de distribución de planta.....	29
2.4	Principios de Disposición de planta.....	39
2.5	Factores que afectan una distribución de planta.....	42
2.6	Estudios que motivan una redistribución de planta.....	53
2.7	Relación con el “Lean Manufacturing”.....	55
3	CAPÍTULO: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL ACTUAL.....	58
3.1	Descripción de la Empresa.....	58
3.2	Factor Material.....	59
3.2.1	Gama de productos ofrecidos al mercado.....	59
3.2.2	Flujo del proceso.....	63
3.3	Factor Edificio.....	72
3.3.1	Distribución de Planta General (Actual).....	73
3.3.2	Distribución de Planta a Detalle (Actual).....	74
3.4	Factor Servicio.....	78
3.4.1	Instalaciones Sanitarias.....	78
3.5	Factor Maquinaria.....	80
3.5.1	Maquinaria, Muebles, Enseres y Equipo.....	80
3.5.2	Descripción de la maquinaria utilizada.....	82
3.6	Factor Humano.....	89
3.7	Factor Movimiento y Espera.....	93

3.7.1	Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP).....	94
3.7.2	Análisis del Proceso Actual	98
3.7.3	Diagrama de Recorrido (DR).....	103
3.7.4	Evaluación cuantitativa de transportes	105
3.8	Balance de línea Actual	107
4	CAPÍTULO: PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA	113
4.1	Análisis cualitativo de propuesta de disposición	114
4.2	Propuestas de redistribución	116
4.3	Evaluación cuantitativa para elección de disposición	120
4.4	Elección de la distribución.....	124
4.4.1	Distribución general.....	125
4.4.2	Balance de línea propuesto para distribución a detalle.....	126
4.4.3	Distribución a detalle	130
5	CAPÍTULO: PROPUESTA DE MEJORA (TO-BE)	131
5.1	Factor Cambio	131
5.2	Análisis del Proceso Propuesto.....	133
5.3	Diagrama de Recorrido Propuesto.....	137
6	CAPÍTULO: EVALUACIÓN ECONÓMICA	139
6.1	Proyección de Ingresos	139
6.2	Plan de Inversiones de la Mejora.....	141
6.3	Costos Directos	142
6.3.1	Costos Directos Sin mejora	142
6.3.2	Costos Directos con mejora	146
6.4	Costos Indirectos de Fabricación (CIF)	148
6.4.1	Costos Indirectos de Fabricación Sin Mejora.....	148
6.4.2	Costos Indirectos de Fabricación Con Mejora.....	149
6.5	Flujo de Caja Económico.....	151
6.5.1	Flujo de Caja Económico Sin Mejora.....	152
6.5.2	Flujo de Caja Económico Con Mejora	153
6.6	Indicadores de evaluación.....	155
6.6.1	Valor Actual Neto (VAN)	155
6.6.2	Tasa Interna de Retorno.....	156
6.6.3	Periodo de Recupero de la Inversión (PRI)	156
	CONCLUSIONES	157
	RECOMENDACIONES	158
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160
	ANEXOS.....	162

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1: Metodología SLP cualitativa</i>	18
<i>Ilustración 2: Disposición por posición fija</i>	30
<i>Ilustración 3: Disposición por proceso</i>	31
<i>Ilustración 4: Disposición por producto</i>	32
<i>Ilustración 5: Tipos de distribución.</i>	34
<i>Ilustración 6: Distribución Celular: OWMM.</i>	36
<i>Ilustración 7: Flujos en un taller de producción sin aplicación de Tecnología de Grupo.</i>	37
<i>Ilustración 8: Flujos de procesos antes y después del uso de células GT.</i>	37
<i>Ilustración 9: Análisis P-Q para una distribución Fija</i>	43
<i>Ilustración 10: Análisis P-Q para una distribución en Cadena</i>	43
<i>Ilustración 11: Análisis P-Q para una distribución por Proceso</i>	44
<i>Ilustración 12 Análisis P-Q para una distribución Híbrida</i>	44
<i>Ilustración 13: Tiempo aproximado que el material permanece en espera o máquina.</i>	49
<i>Ilustración 14: Diagrama ABC Pareto clasificado por familia</i>	60
<i>Ilustración 15: Prenda representativa familia E</i>	61
<i>Ilustración 16: Prenda representativa familia A</i>	62
<i>Ilustración 18: Mapeo del proceso productivo – Nivel 1</i>	64
<i>Ilustración 19: Diagrama de Flujo Recepción de MP y avíos – Nivel 2</i>	65
<i>Ilustración 20: Diagrama de Flujo proceso de Corte – Nivel 2</i>	66
<i>Ilustración 21: Diagrama de Flujo proceso de Habilitado – Nivel 2</i>	67
<i>Ilustración 22: Diagrama de Flujo del proceso de Bordado – Nivel 2</i>	68
<i>Ilustración 23: Diagrama de Flujo del proceso de Confección – Nivel 2</i>	69
<i>Ilustración 24: Diagrama de Flujo del proceso de Supervisión de Estampado y Sublimado – Nivel 2</i>	70
<i>Ilustración 25: Diagrama de Flujo del proceso de Acabados – Nivel 2</i>	71
<i>Ilustración 26: Distribución general actual</i>	73
<i>Ilustración 27: Distribución a Detalle (Actual)</i>	74
<i>Ilustración 28: Área Corte - Sección A</i>	75
<i>Ilustración 29: Patronaje - Área Corte - Sección A</i>	75
<i>Ilustración 30: Líneas de Producción - Sección C</i>	76
<i>Ilustración 31: Oficina Producción - Sección C</i>	76
<i>Ilustración 32: Área Bordado - Sección D</i>	77
<i>Ilustración 33: Máquinas Textiles - Área Bordado - Sección D</i>	77
<i>Ilustración 34: Servicios sanitarios disponibles sección A</i>	79
<i>Ilustración 35: Servicios sanitarios disponibles sección B - C</i>	80
<i>Ilustración 36: Imagen referencial máquina de Costura recta</i>	83
<i>Ilustración 37: Imagen referencial máquina Overlock</i>	83
<i>Ilustración 38: Imagen referencial máquina Recubridora</i>	84
<i>Ilustración 39: Imagen referencial máquina Ojaladora</i>	85
<i>Ilustración 40: Imagen referencial máquina Botonera</i>	85
<i>Ilustración 41: Imagen referencial máquina Elastiquera</i>	86
<i>Ilustración 42: Imagen referencial máquina Collaretera</i>	87
<i>Ilustración 43: Imagen referencial máquina Atracadora</i>	87
<i>Ilustración 44: Imagen referencial máquina Cerradora</i>	88

<i>Ilustración 45: Imagen referencial máquina Cortadora de cinta.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 46: Imagen referencial máquina Devanador.....</i>	<i>89</i>
<i>Ilustración 47: Personal Producción en base a responsabilidad.....</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 48: Clasificación personal Producción.....</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 49: Personal Producción por puesto de trabajo.....</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 50: Diagrama Operaciones actual (DOP) Familia E (Parte 1).....</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 51: Diagrama de Operaciones actual (DOP) Familia E (Parte 2).....</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 52: Diagrama de Operaciones actual (DOP) Familia A (Parte 1).....</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 53: Diagrama de Operaciones actual (DOP) Familia A (Parte 2).....</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 54: Diagrama de Análisis del Proceso actual (DAP) Familia E (Parte 1).....</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 55: Diagrama de Análisis del Proceso actual (DAP) Familia E (Parte 2).....</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 56: Diagrama de Análisis del Proceso actual (DAP) Familia A (Parte 1).....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 57: Diagrama de Análisis del Proceso actual (DAP) Familia A (Parte 2).....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 58: Diagrama de Recorrido (DR) Familia E (Actual).....</i>	<i>103</i>
<i>Ilustración 59: Diagrama de Recorrido (DR) Familia A (Actual).....</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 60: Balance de Línea Familia E (Actual).....</i>	<i>110</i>
<i>Ilustración 61: Balance de Línea Familia A (Actual).....</i>	<i>112</i>
<i>Ilustración 62: Tabla Relacional de Actividades.....</i>	<i>114</i>
<i>Ilustración 63: Relación existente entre departamentos según clasificación.....</i>	<i>115</i>
<i>Ilustración 64: Clasificación de colores según necesidad de cercanía.....</i>	<i>115</i>
<i>Ilustración 65: Diagrama Relacional de Actividades.....</i>	<i>116</i>
<i>Ilustración 66: Propuesta de redistribución N°1.....</i>	<i>117</i>
<i>Ilustración 67: Propuesta de redistribución N°2.....</i>	<i>118</i>
<i>Ilustración 68: Propuesta de redistribución N°3.....</i>	<i>119</i>
<i>Ilustración 69: Propuesta de Redistribución General.....</i>	<i>125</i>
<i>Ilustración 70: Balance de Línea Familia E (Propuesto).....</i>	<i>127</i>
<i>Ilustración 71: Balance de Línea Familia A (Propuesto).....</i>	<i>128</i>
<i>Ilustración 72: Propuesta de Redistribución a Detalle.....</i>	<i>130</i>
<i>Ilustración 73: Diagrama de Análisis del Proceso propuesto (DAP) Familia E (Parte 1).....</i>	<i>133</i>
<i>Ilustración 74: Diagrama de Análisis del Proceso propuesto (DAP) Familia E (Parte 2).....</i>	<i>134</i>
<i>Ilustración 75: Diagrama de Análisis del Proceso propuesto (DAP) Familia A.....</i>	<i>135</i>
<i>Ilustración 76: Diagrama de Recorrido propuesto (DR) para Familia E.....</i>	<i>137</i>
<i>Ilustración 77: Diagrama de Recorrido propuesto (DR) para Familia A.....</i>	<i>138</i>

Índice de Tablas

<i>Tabla 1: Posibles causas de redistribución de planta</i>	25
<i>Tabla 2: Características principales según tipo de distribución de planta</i>	38
<i>Tabla 3: Ejemplo de consideraciones para el análisis del Factor Material</i>	42
<i>Tabla 4: Responsabilidad de la Calidad según Distribución a adoptar</i>	51
<i>Tabla 5: Análisis ABC para Familias de Productos</i>	60
<i>Tabla 6: Área Ocupada por Proceso</i>	72
<i>Tabla 7: Relación mínima entre número de trabajadores y servicios sanitarios</i>	78
<i>Tabla 8: Relación de servicios sanitarios presentes en la distribución actual</i>	79
<i>Tabla 9: Detalle Maquinaria, Muebles, Enseres y equipo Producción</i>	81
<i>Tabla 10: Detalle personal Producción</i>	89
<i>Tabla 11: Matriz de Flujos Desde-hacia (Actual) para Familia E en Unidades</i>	105
<i>Tabla 12: Matriz de Flujos Desde-hacia (Actual) para Familia A en Unidades</i>	105
<i>Tabla 13: Matriz de Distancias Desde-hacia (Actual) para Familia E</i>	106
<i>Tabla 14: Matriz de Distancias Desde-hacia (Actual) para Familia A</i>	106
<i>Tabla 15: Matriz de Costes Desde-hacia (Actual) para Familia E</i>	107
<i>Tabla 16: Matriz de Costes Desde-hacia (Actual) para Familia A</i>	107
<i>Tabla 17: Balance de Línea Familia E (Actual)</i>	109
<i>Tabla 18: Balance de Línea Familia A (Actual)</i>	111
<i>Tabla 19: Matriz de Flujos Desde-hacia (Propuesta 1)</i>	120
<i>Tabla 20: Matriz de Distancias Desde-hacia (Propuesta 1)</i>	120
<i>Tabla 21: Matriz de Costes Desde-hacia (Propuesta 1)</i>	121
<i>Tabla 22: Matriz de Flujos Desde-hacia (Propuesta 2)</i>	121
<i>Tabla 23: Matriz de Distancias Desde-hacia (Propuesta 2)</i>	122
<i>Tabla 24: Matriz de Costes Desde-hacia (Propuesta 2)</i>	122
<i>Tabla 25: Matriz de Flujos Desde-hacia (Propuesta 3)</i>	123
<i>Tabla 26: Matriz de Distancias Desde-hacia (Propuesta 3)</i>	123
<i>Tabla 27: Matriz de Costes Desde-hacia (Propuesta 3)</i>	123
<i>Tabla 28: Resumen de Costos y Ahorros de Propuestas</i>	124
<i>Tabla 29: Balance de Línea Familia E (Propuesto)</i>	126
<i>Tabla 30: Balance de Línea Familia A (Propuesto)</i>	128
<i>Tabla 31: Requerimiento Estampado y Sublimado</i>	132
<i>Tabla 32: Producto Bruto Interno (PBI) - Periodos 2013 - 2014 – 2015</i>	139
<i>Tabla 33: Ingresos Compañía - Periodos 2013 - 2014 – 2015</i>	140
<i>Tabla 34: Análisis de Regresión Lineal</i>	140
<i>Tabla 35: Ingresos Proyectados 2016-2020</i>	141
<i>Tabla 36: Detalle de Inversiones</i>	142
<i>Tabla 37: Detalle de Costo por Prenda de Materiales Directos - Familia E (Sin Mejora)</i>	143
<i>Tabla 38: Detalle de Costo por Prenda de Materiales Directos - Familia A (Sin Mejora)</i>	143
<i>Tabla 39: Costo Total de Materiales Directos - Familia E (Sin Mejora)</i>	144
<i>Tabla 40: Costo Total de Materiales Directos - Familia A (Sin Mejora)</i>	144
<i>Tabla 41: Costo Consolidado de Materiales Directos (Sin Mejora)</i>	144
<i>Tabla 42: Detalle de la composición de Mano de Obra Directa (Sin Mejora)</i>	145
<i>Tabla 43: Costo Anual Mano de Obra Directa (Sin Mejora)</i>	145
<i>Tabla 44: Costo Anual Otros Costos Directos – Familia A (Sin Mejora)</i>	146
<i>Tabla 45: Detalle de Costo por Prenda de Materiales Directos - Familia A (Con Mejora)</i>	146

<i>Tabla 46: Costo Total de Materiales Directos - Familia A (Con Mejora).....</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 47: Costo Consolidado de Materiales Directos (Con Mejora)</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 48: Detalle de la composición de Mano de Obra Directa (Con Mejora)</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 49: Costo Anual Mano de Obra Directa (Con Mejora).....</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 50: Detalle de Costos Indirectos de Fabricación (Sin Mejora).....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla 51: Detalle de Costos Indirectos de Fabricación (Con Mejora)</i>	<i>150</i>
<i>Tabla 52: Flujo de Caja Económico Sin Mejora.....</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 53: Flujo de Caja Económico Con Mejora</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 54: Flujo Económico del Estado Actual y Propuesto</i>	<i>154</i>

RESUMEN

El presente trabajo de grado se desarrolló para la obtención del título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica San Pablo (UCSP) – Arequipa, Perú. Basó su propuesta en la redistribución de planta de una empresa del sector textil-confecciones y para su desarrollo se contó con el asesoramiento del Ing. Mario Humberto Núñez Ramírez, docente de la UCSP.

El objetivo general proponía una distribución de planta que revele la reducción de costos e incremento de la capacidad productiva mediante el análisis de los métodos y factores que intervienen en la fabricación de prendas de vestir.

Para cumplir con el objetivo, se desarrollaron los métodos SLP (*Systematic Layout Planning*) y CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities*) de distribución de planta y posteriormente se determinó la distribución de máquinas y equipos por medio del balance de línea propuesto. De esta manera, los resultados muestran que, de efectuar la propuesta, se lograría reducir los costos de acarreo en 80% y 85.96% para la familia de prendas E y A respectivamente, en tanto que la capacidad productiva se elevaría en 73.40% y 94.1% para las familias E y A respectivamente.

ABSTRACT

This degree work was developed to obtain the professional degree in Industrial Engineering at San Pablo Catholic University (UCSP) – Arequipa, Perú. The proposal was based on the plant layout of a textile-clothing sector Company. This Work counted on the advice of Eng. Mario Humberto Núñez Ramírez, professor at the UCSP.

The overall objective was to propose a layout plant that would disclose the cost reduction and an increased production capacity by analyzing the methods and factors involved in the manufacture of clothing.

To meet the goal, first, two plant layout methods were developed, the SLP (Systematic Layout Planning) and the CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities) then, the distribution of machinery and equipment by the proposed line balance was determined. The results showed that if this proposal is executed, then the haulage costs would reduce by 80% and 85.96% for the family of garments E and A respectively, while production capacity would rise by 73.40% and 94.1% for families E and A respectively.

1 CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

1.1 Introducción

En los últimos años, el estudio de distribución de planta e instalaciones industriales ha adquirido mayor interés por parte de los altos mandos de las empresas manufactureras, dicha actividad era considerada una ciencia en la antigüedad; sin embargo, con el pasar del tiempo y con la competitividad del mercado mundial actual, se comenzó a considerar como una estrategia decisiva para la supervivencia de pequeñas, medianas y grandes empresas industriales.

Tompkiens, White, Bozer, Franzelle, Tanchoco, & Trevino (1996) estiman que un 20 a 50% de los costos de manufactura se deben al acarreo de materiales. El presente estudio pretende mostrar una distribución de planta en donde se reduzcan costos por acarreo, mano de obra y manufactura al mismo tiempo que se incrementen ratios productivos. A continuación se hace la descripción de los capítulos que consta:

En el capítulo 1 se hace una descripción detallada del estudio. En éste se define el problema a tratar, la justificación del estudio, los objetivos a conseguir y la metodología llevada a cabo para conseguirlos.

En el capítulo 2 se presenta el marco teórico donde se ha realizado una investigación de diferentes fuentes para poder, en capítulos posteriores, desarrollar la información obtenida. Se parte de conceptos básicos hasta detallar la relación de distribución de planta con la filosofía de Manufactura Esbelta o *Lean Manufacturing*.

En el capítulo 3 se lleva a cabo el análisis situacional de la empresa. En éste se hallaron los principales indicadores y cifras de desempeño que obtuvo la empresa respecto a su distribución actual.

En el capítulo 4 se desarrolla la distribución propuesta de manera general mediante la aplicación de la metodología SLP y el algoritmo de distribución de planta CRAFT. Seguidamente, se propone la distribución a detalle por medio del balance de línea que optimice el uso de recursos consiguiendo mayores tasas productivas.

En el capítulo 5 se determina la propuesta de mejora. En este punto se muestra porcentajes de mejora respecto a distancias recorridas, eficiencias, ratios productivos, tiempos de ciclo, entre otros.

En el capítulo 6 se lleva a cabo el estudio económico de la propuesta. Se calculan indicadores financieros que permitan medir la rentabilidad del estudio

Al final de todo el estudio se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

1.2 Planteamiento del Problema

1.2.1 Formulación del problema

La institución donde se desarrolla nuestro estudio pertenece al sector textil-confecciones, esta elabora y comercializa prendas de vestir para el mercado nacional. Inicialmente, la empresa era un taller de confecciones en donde no se tenía una visión clara a futuro y se creía que la mejora continua solo representaría un retroceso en el tiempo; sin embargo, en los últimos años, la Gerencia General decidió invertir e implementar cambios

que generen mayor beneficio, todo esto con miras a un futuro ser una empresa líder en el mercado internacional. Algunos de los cambios fueron la ampliación del área productiva y la compra de equipos para realizar procesos dependientes e independientes respecto a la confección de prendas. A partir de estos cambios, se observa que el proceso productivo aún es deficiente, por lo que se empieza a considerar la Ingeniería dentro del mismo. El primer paso fue plantear la distribución de planta que optimice las operaciones de la empresa.

Al momento de realizar el análisis de distribución de planta, se observa que los operarios pasan gran parte de su tiempo fuera de su puesto de trabajo recorriendo los pasillos del recinto. Adicionalmente, se observa que las máquinas y estaciones de trabajo son conformadas secuencialmente, como resultado lógico de la experiencia y naturaleza de los mismos, sin llevar a cabo un estudio técnico que permita analizar a mayor detalle los puntos de mejora de la distribución. Ambos casos conllevan a tener una distribución de planta deficiente con excesivas distancias por recorrer, deficiente utilización del espacio, recargo de trabajo a unos centros de trabajo y ociosidad en otros, acumulación excesiva de material en proceso, bajas tasas de producción por tiempo y dificultad para el control de operaciones.

1.2.2 Justificación y Relevancia de la Investigación

Mediante el presente trabajo de grado se pretende analizar la distribución de planta actual considerando los factores propuestos por Muther. La información obtenida permite determinar una propuesta de distribución que reduzca los costos asociados al transporte de materiales, reasigne la carga de trabajo evitando fatigas y ociosidad, determine la cantidad de operarios óptima que reduzca el costo por prenda y eleve la eficiencia de la línea.

- **Relevancia Personal:**

Mediante este proyecto de tesis pretendo obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica San Pablo como también reforzar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi etapa universitaria.

- **Relevancia social:**

Mediante una correcta distribución de planta se pretende mejorar las condiciones laborales de los trabajadores así como también brindar productos de igual o mayor calidad al mercado a un precio asequible.

- **Relevancia académica:**

Mediante este proyecto de tesis pretendo aplicar todos los conocimientos adquiridos durante los cinco años que contempla la malla curricular de la carrera profesional de Ingeniería Industrial en la Universidad Católica San Pablo. Adicionalmente, brindar un lineamiento a futuros estudios realizados para igual o similar fin.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

El objetivo general del presente estudio consiste en proponer una distribución de planta que revele la reducción de costos e incremento de la capacidad productiva mediante el análisis de los métodos y factores que intervienen en la fabricación de prendas de vestir.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Revelar la reducción de costos asociados al manejo de materiales distribuyendo adecuadamente las estaciones de trabajo.
- Revelar la reducción de tiempos de producción por medio de la supresión de demoras y transportes innecesarios ocurridos durante el flujo productivo.
- Mostrar el incremento de capacidad por línea productiva balanceando la carga de trabajo de cada estación.
- Mostrar el aumento de eficiencia de las líneas de producción mediante la reducción de tiempos ociosos incurridos durante la confección de prendas.
- Presentar la viabilidad de la propuesta mediante indicadores económicos.

1.4 Metodología Aplicada

1.4.1 Metodología Básica

La metodología utilizada en el presente estudio fue propuesta por el autor de este documento de manera que pueda lograr los objetivos propuestos.

- *Diagnóstico Situacional Actual*

Como primer paso, con la experiencia de trabajo que obtuvo el autor del presente documento en la empresa en estudio y la información obtenida mediante diversas

herramientas informáticas, se recopiló toda la información acerca de la situación actual de planta. Para esto, se analizaron los siete factores que afectan toda distribución de planta, siendo el análisis de la siguiente manera:

F. Material: El primer factor analizado fue el material. En este se analizó la relación entre los productos comercializados al mercado y la demanda de cada uno. Una vez concluido el análisis, se determinó los productos principales que sirvieron de base de estudio para el presente trabajo de grado.

F. Edificio: El segundo factor fue el edificio, en este se analizó la distribución de planta general y a detalle actual así como también los espacios utilizados por cada uno de los departamentos existentes. Este factor nos permitió conocer gráficamente la problemática de la empresa y sirvió como base para posteriores análisis como por ejemplo el factor material y espera.

Factor Servicio: En la búsqueda de brindar mejores condiciones para nuestros trabajadores, se analizó el Factor Servicio de tal manera que se consideren aspectos no advertidos en la disposición de planta actual.

Factor Maquinaria: Para el factor Maquinaria, se detalló el tipo, número y dimensión de cada máquina y equipo presente en la distribución actual. Este análisis fue trascendente para la disposición de planta propuesta ya que lo que se pretendía es ubicar la maquinaria de la forma más económica posible.

Factor Hombre: Para el factor Hombre, se identificó al personal involucrado, el área al que pertenecen, la experiencia y su cargo en la empresa. Este análisis fue vital para conocer la planilla actual y su costo asociado.

F. Movimiento y Espera: El movimiento y la espera fue el principal factor para analizar la disposición de planta actual. Fue mediante este análisis que se plantearon las principales mejoras en el proceso productivo. Para analizarlo, se tomó en cuenta el desarrollo de diferentes diagramas y herramientas que permitieron identificar puntos críticos en la producción; adicionalmente, se dio a conocer el costo actual asociado al acarreo de materiales.

Como último paso, y fuera del análisis de factores, se desarrolló el balance de línea actual evaluado de acuerdo a determinados indicadores.

- *Propuesta de distribución de planta*

Para la propuesta de distribución de planta, se analizó cualitativamente por medio del modelo SLP las posibles combinaciones entre áreas. La metodología propone como primer paso, un análisis P-Q donde se examine la relación de los productos ofrecidos al mercado frente a la cantidad vendida. Este primer paso permite la elección del tipo de distribución a diseñar (por producto, proceso, posición fija o híbrida). Seguidamente, se analiza el flujo de materiales, para este paso es importante tomar en cuenta herramientas ingenieriles tales como Diagramas de Recorrido, Diagramas de Operaciones del Proceso, Tablas Matriciales, entre otros, de tal manera que se pueda determinar la secuencia del proceso. Conocido el recorrido o flujo de materiales, se identifica la relación que tienen las actividades del proceso productivo. Lo importante hasta este punto es la elaboración de la *tabla relacional de actividades* y el *Diagrama de Recorridos y/o Actividades*. Seguidamente, ya habiendo identificado y graficado la relación entre actividades, se procede a elaborar el *Diagrama Relacional de Espacios* el cual debe tener en consideración las requerimientos y limitaciones de espacio de los departamentos. A partir

de este punto, surgen disposiciones posibles a elegir, siendo necesaria la evaluación de cada una de ellas para determinar la óptima. La metodología gráfica del modelo es como se muestra en la siguiente ilustración:

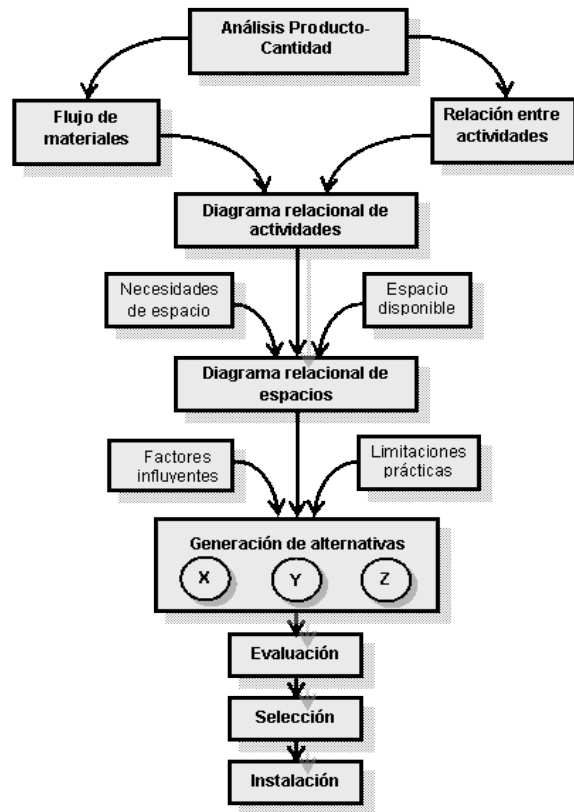


Ilustración 1: Metodología SLP cualitativa

FUENTE: (Muther, 1981)

Teniendo en cuenta las restricciones cualitativas encontradas en este punto, se procedió a efectuar la evaluación cuantitativa realizada bajo el algoritmo de distribución de planta denominado CRAFT. El método CRAFT pretende reducir el costo asociado al acarreo de materiales mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} f_{ij} d_{ij}$$

Ecuación 1: Ecuación método CRAFT

FUENTE: (Suo, 2012)

Dónde:

- n es el número de departamentos en el diseño.
- C_{ij} es el costo unitario de mover carga de un departamento i a j
- f_{ik} es el flujo de material entre el departamento i al j
- d_{jl} es la distancia desde la localidad i al j

Para esto, se elaboraron las matrices “desde-hacia” para el flujo, distancia y costo tomando en consideración los departamentos existentes al momento de realizar el estudio.

Adicionalmente, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones para la elaboración:

- Para el cálculo de costos se tomó como referencia el recorrido hecho por los colaboradores para el flujo vital del proceso; es decir, no se consideró recorridos adicionales tales como por olvido de piezas, comunicación, etc.
- Se tomó en cuenta los desplazamientos hechos entre departamentos existentes al momento de realizar el estudio. Para los nuevos departamentos, se tomó en cuenta el análisis cualitativo.
- Para el cálculo del tiempo recorrido por movimiento se tomó en cuenta la referencia hecha en el libro “Introducción al Estudio de Trabajo” de Kanawaty (1996) en donde se indica que una persona puede recorrer, en terreno llano, línea recta y sin carga, 6.4 km/h.

Seguidamente, considerando la distribución de planta general planteada, se elaboró la distribución a detalle, en esta se muestra la mejor disposición de máquinas y equipos de acuerdo a un balance de línea propuesto.

- *Propuesta de mejora*

El primer paso en esta etapa de la metodología fue analizar el último factor que afecta la disposición de planta, el Cambio:



Factor Cambio: Este análisis, permitió determinar los principales cambios a realizar de acuerdo al análisis efectuado en el estado actual de la compañía y analizar las técnicas y estrategias a considerar para evitar la resistencia al cambio que se pueda dar en los colaboradores.

Posteriormente, una vez conocidos los cambios a implementar, se desarrolló el Diagrama de Análisis de Proceso y el Diagrama de Recorrido mejorado.


1.4.2 Técnicas de Registro y Análisis de Datos

Para el registro de datos se ha tomado en cuenta toda la información existente actualmente en la compañía, entrevistas con expertos, observación directa y capacitación en las técnicas de manufactura por un periodo de 6 meses a tiempo completo. Una vez registrada toda la información, se llevaron a cabo las siguientes herramientas ingenieriles que permitieron el análisis de la información:






- *Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP):* Representación gráfica que utiliza simbología de operaciones e inspecciones que se ejecutan durante la elaboración de un producto con el fin de analizar las relaciones existentes entre operaciones.

- OPERACIÓN: 
- INSPECCIÓN: 

Adicionalmente, se puede tener una simbología combinada en la cual la operación conlleva una inspección al mismo tiempo, siendo el símbolo utilizado de la siguiente manera:

- OPERACIÓN/
INSPECCIÓN 

- **Diagrama de Análisis del Proceso (DAP):** Es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y los almacenamientos que ocurren durante un proceso o procedimiento. Comprende toda la información que se considera deseable para el análisis tal como tiempo necesario y distancia recorrida. Este diagrama se diferencia del Diagrama de Operaciones por llevar consigo mayor información y mayor simbología, siendo ésta como se muestra a continuación:

- OPERACIÓN: 
- TRANSPORTE: 
- DEMORA: 
- INSPECCIÓN: 
- ALMACENAMIENTO: 

- **Diagrama de Recorrido:** Representación gráfica del Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) en un plano. En este se indica el recorrido y el descongestionamiento, en caso exista, del proceso productivo. Presenta dos tipos:

- Diagrama de recorrido para el **material**: Presenta los hechos ocurridos al material.
- Diagrama de recorrido para el **hombre**: Presenta el proceso referido a las actividades que conllevan las personas en el proceso.

- **Mapa de Procesos:** Representación gráfica de los procesos que están presentes en la organización, mostrando la relación entre ellos y sus relaciones con el exterior.

- **Diagrama de Flujo del Proceso:** Representación gráfica de un procedimiento, mediante el uso de símbolos estandarizados que permiten visualizar íntegramente el proceso. A pesar que una gran cantidad de símbolos son utilizados en un Diagrama de Flujo, los básicos y presentados entre principales por el Microsoft Visio son los siguientes:



- **Diagrama Relacional de Actividades:** La información recogida entre las actividades llevadas en un proceso y la importancia relativa respecto a la proximidad que se deba tener entre ellas, es denominado Diagrama Relacional de Actividades.

- **Balance de línea:** El balance de línea es una distribución de actividades secuenciales de trabajo en los centros laborales con el objetivo de lograr el máximo aprovechamiento posible de la mano de obra y equipo; reduciendo o eliminando el tiempo ocioso. La metodología pretende combinar actividades compatibles entre sí de tal manera que los tiempos sean lo más cercanos posibles entre todas las actividades. Adicionalmente, al final del registro, se plantean indicadores que puedan evaluar la eficiencia del trabajo realizado.

- **Matriz desde-hacia:** La matriz desde-hacia es una tabla de doble entrada en donde se registra cualquier tipo de información útil para la obtención de un cálculo específico. Generalmente, en las columnas se encuentra la misma información presente en las filas. De esta manera, ambas se pueden relacionar sin tomar consideración la evaluación entre ellas mismas.

2 CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Distribución de Planta

Las definiciones dadas acerca de distribución de planta han sido numerosas. Diferentes autores han enfocado sus esfuerzos en diversos aspectos de la resolución del problema de distribución de planta. Una de las primeras definiciones fue dada por Koopmans & Beckmann (citado por Drira, Pierrevali, & Hajri-Gabouj, 2007), quienes afirmaban: “Distribución de planta es un problema industrial común en la que el objetivo se centra en configurar las instalaciones a fin de minimizar los costos de transporte ocurridos entre departamentos” (pág. 256). Seguidamente, en 1962, Moore (citado por Montalvá, 2011), uno de los autores más influyentes en disposición de planta, describe el concepto como: “aquella que proporciona la máxima satisfacción a todas las partes implicadas en el proceso de implantación: los empleados y los directivos, así como los accionistas”. (pág. 89). A inicios del siglo XXI, Azadivar & Wang, (citado por Drira et. al. 2007) presentaron el siguiente concepto: “Disposición de planta es la determinación de las ubicaciones y asignación del espacio disponible entre el número dado de áreas necesarias” (pág. 256). En el año 2002, Lee & Lee (citado por Drira et. al. 2007) indicaban que: “Disposición de planta es el arreglo de n áreas diferentes con distintas medidas dentro de un espacio total dado, que puede ser unido a la longitud o anchura del área del sitio de tal forma que minimice el costo total de acarreo y el costo del área de holgura” (pág. 256). Seguidamente, en el 2006, Sing & Sharma (2006) describían disposición de planta como: “Organización física de un sistema productivo, sus dependencias y sus recursos, entre los que se encuentran oficinas, departamentos, equipos, entre otros”. Años después, (Ramirez, 2009) define la distribución de planta como: “Un concepto relacionado con el lugar que

ocupan las máquinas, departamentos, estaciones de trabajo, áreas de almacenamiento, pasillos y espacios comunes dentro de una fábrica” (pág. 2).

En líneas generales, podemos decir que el problema de distribución de planta consiste en encontrar una distribución eficiente que minimice el movimiento de materiales entre departamentos. Esta mejora es traducida, de manera cuantitativa, en la reducción del costo del manejo de materiales, tiempo de ciclo y eficiencia de producción. Mientras que de manera cualitativa podemos observar que una distribución de planta eficiente mejora la seguridad de planta, el ruido, la contaminación, flexibilidad ante cambios y aspectos estéticos que siempre son importantes a pesar de que puedan no dar un valor agregado.

2.2 Sistemas Actuales de Distribución de Planta

Ante los cambios de necesidades de los clientes y la competitividad del mercado mundial actual los modelos de distribución de planta han ido evolucionando a lo largo del tiempo. Según (Suo, 2012), cualquier cambio en los productos, procesos, equipo, producción, sistemas de manufactura y compañía, podría generar nuevas redistribuciones de planta tal como se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1: Posibles causas de redistribución de planta

Clasificación	1	2	3	4	5
Producto	Aumento o disminución de la demanda de un producto.	Adición o supresión de un producto.	Cambios en el diseño de los productos.	Introducción de nuevos productos.	
Proceso	Cambios en el diseño del proceso.	Sustitución de las características del proceso.	Instalación de nuevos procesos.		

Equipo	Instalación de nuevo equipo.	La sustitución de una o más piezas del equipo.			
Producción	Incumplimiento de horarios.	Alta relación entre el tiempo de acarreo de materiales y el tiempo de producción.	Espacio excesivo de almacenamiento.	Cuellos de botella en la producción	Condiciones de apiñamiento
Sistema de Manufactura	Conflictos entre la productividad y la flexibilidad del sistema utilizado.	La flexibilidad no cumple con las exigencias de los cambios de la mezcla de productos.			
Compañía	La adopción de una nueva norma de seguridad.	Cambios organizacionales dentro de la compañía.	La decisión de construir una nueva planta.		

FUENTE: (Suo, 2012)

Adicionalmente, la elección de un modelo de distribución u otro dependerá, principalmente, de la variación del flujo de materiales que se tenga dentro de un periodo determinado de tiempo, pudiendo ser estático o dinámico.

2.2.1 Diseño de Planta Estático vs. Dinámico

Page (1991) realizó una investigación en los Estados Unidos en la que reporta que el 40% de las ventas de una compañía proviene de productos nuevos y generalmente la introducción de un nuevo producto requiere nuevos procedimientos de manufactura que no necesariamente coincidan con flujos anteriores. Por otro lado, Gupta & Seifoddini (1990)

determinan que un tercio de las empresas en los Estados Unidos realizan reorganizaciones de planta cada dos años. A pesar de ello localmente algunas plantas de manufactura continúan realizando sus operaciones en un ambiente estático, es decir, asumen que la producción continuará constante durante largos periodos de tiempo. Si bien en el pasado, las empresas podían darse el lujo de no anticiparse a los cambios que el mercado requería, actualmente, tener este pensamiento puede llevar a que pierdan casi la totalidad de su participación de mercado o, en el extremo, quiebren.

El considerar un estudio de planta dinámico podría ahorrarnos diversos problemas en el futuro, así, podríamos obtener ventajas competitivas que nos lleven a operar con una eficiencia adecuada de productividad y sin la necesidad de tener costos adicionales como interrupciones operacionales o movimientos extras de maquinaria. Es importante señalar que un diseño de planta dinámico no siempre se encuentra justificado; debería ser aplicado siempre y cuando una empresa tenga un constante cambio en la mezcla de productos que introduce al mercado y se encuentre fundamentado en base a los costos que genera reorganizar la planta constantemente.

La principal diferencia entre un diseño de planta dinámico y uno estático es que el primero extiende su enfoque al asumir que el flujo de material entre departamentos va a tener un cambio en el tiempo y por periodos. Los cambios para asumir un modelo dinámico se deben principalmente a una variación en la demanda o la mezcla de productos ofrecidos por la organización. Para poder observar con mayor claridad las diferencias entre ambos diseños se presentan las ecuaciones correspondientes a cada uno de ellos:

Ecuación diseño de planta estático:

$$\min \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N f_{ik} d_{jl} X_{ij} X_{kl}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^N X_{ij} = 1, \quad j = 1, \dots, N$$

$$\sum_{i=1}^N X_{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, N$$

Donde N es el número de departamentos en el diseño, f_{ik} es el costo de movimiento desde el departamento i a k, d_{jl} la distancia desde la localidad j a l y X_{ij} es la variable binomial para localizar el departamento i en la localidad j.

Ecuación diseño de planta dinámico:

$$\min \sum_{t=2}^P \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{m=1}^N A_{tijm} Y_{tijm} + \sum_{t=1}^P \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{m=1}^N F_{tijk} X_{tij} X_{tkm}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^N X_{tij} = 1, \quad j = 1, \dots, N; P = 1, \dots, P$$

$$\sum_{i=1}^N X_{tij} = 1, \quad i = 1, \dots, N; P = 1, \dots, P$$

$$Y_{tijm} = X_{(t-1)ij} * X_{tim} \quad i, j, m = 1, \dots, N; t = 2, \dots, P$$

La función objetivo de esta ecuación pretende es minimizar el costo de reorganización de planta (primera sumatoria) y el costo de acarreo de material (segunda sumatoria) dentro de un horizonte de tiempo planeado.

2.3 Tipos de distribución de planta

Por lo general, una distribución de planta depende del volumen de producción y la variedad de productos que produce. Diaz, Jarufe, & Noriega (2007, págs. 413-421) identifican cuatro tipos de distribución de planta con ventajas y aplicación de cada una de ellas. La información es mostrada a continuación:

Distribución por posición fija:

Generalmente, en cualquier distribución de planta, los productos circulan dentro de las instalaciones de producción; en este particular diseño de planta, el producto principal permanece estático y son las personas, maquinaria, herramientas y demás recursos que son dirigidos hacia el producto. Este tipo de disposición de planta es comúnmente utilizado en industrias que elaboran productos sobredimensionados como barcos, aviones, edificios, entre otros.



Ilustración 2: Disposición por posición fija

FUENTE: www.arqhys.com

Ventajas de una disposición por posición fija:

- Reduce el manejo del producto principal (por ser estático); sin embargo, el manejo de las piezas pequeñas aumenta.
- Es posible realizar cambios en el producto y en la secuencia de operaciones.
- Se adapta fácilmente a una demanda intermitente.
- El trabajador tiene una responsabilidad mayor en la calidad del trabajo realizado, por lo que puede que se necesiten menores supervisores.
- No requiere una disposición de planta muy costosa ni organizada.

Una disposición de planta por posición fija se debe emplear cuando:

- Los costos de traslado del producto principal son elevados.
- Se hace muy complicado el movimiento del producto principal.
- Se elabora pocas o una unidad al mismo tiempo.
- La pieza sea de gran peso o tamaño.

Distribución por proceso:

También denominada por secciones o desplazamiento lento. En este tipo de distribución de planta es común encontrar todas las instalaciones de la misma naturaleza en una misma área. Este tipo de distribución es comúnmente utilizado en plantas mecánicas, talleres textiles y talleres de mecanizado de piezas.

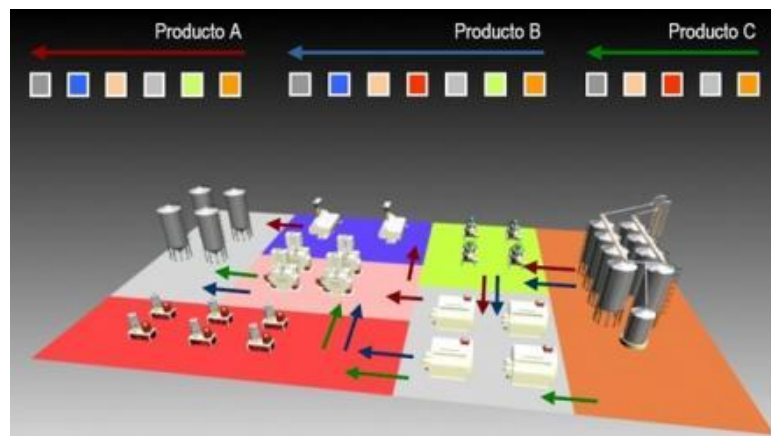


Ilustración 3: Disposición por proceso
FUENTE: (Castellanos & Rondón, 2012)

Ventajas de una disposición por proceso:

- La capacidad de cada máquina puede ser utilizada al máximo debido a que los productos requieren cada una de ellas en el mismo nivel. Esto permite que la inversión en maquinaria sea menor.
- La flexibilidad de la maquinaria permite que se puedan dar cambios en la secuencia de operaciones o en los productos.
- Se adapta a una demanda intermitente.
- Un problema en una máquina no influye de manera decisiva en la planificación de la producción.
- La escasez de material o ausencia de trabajadores no genera una para del trabajo o producción.

Una disposición por proceso se emplea cuando:

- Se produce una gran variedad de productos.
- Existen amplias variaciones en los tiempos requeridos para las diferentes operaciones.
- La demanda es intermitente o pequeña.
- La maquinaria es costosa y difícil de mover.

Distribución por producto:

También denominada producción en cadena o en línea. Este tipo de distribución es comúnmente utilizado cuando se producen grandes volúmenes con productos estándar; es decir, con poca variedad. En ella, al contrario de la disposición por posición fija, el material siempre está en movimiento, por lo que se requiere que las instalaciones se encuentren adyacentes entre sí, pudiendo ser su disposición en línea recta, L, O, S o U. El mayor problema que se puede identificar en este tipo de distribución es el balance de línea para evitar los denominados “Cuellos de Botella”. El ensamblaje de automóviles y las plantas embotelladoras de bebidas son ejemplos de este tipo de disposición.

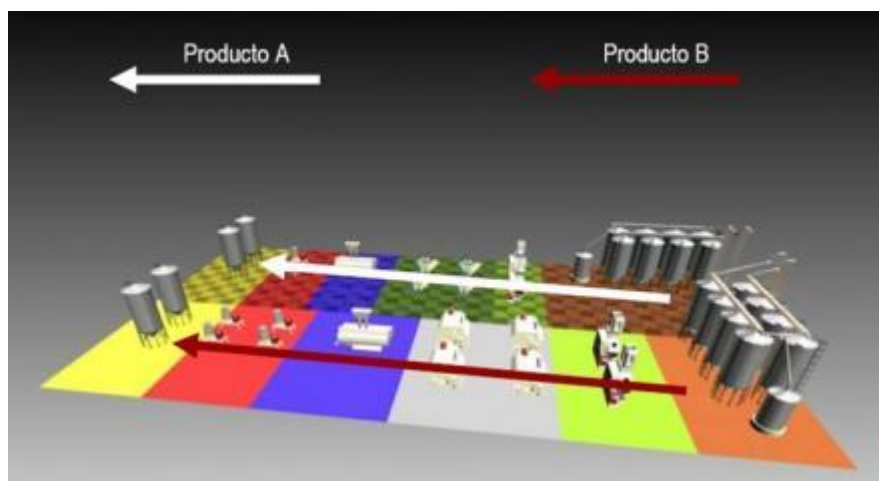


Ilustración 4: Disposición por producto
FUENTE: (Castellanos & Rondón, 2012)

Ventajas de una disposición por producto:

- Manipulación de material mínimo.
- Reducido inventario en proceso; sin embargo, es necesario un balance de línea eficaz que permita lograr este fin.
- Pocos puntos de inspección en la línea.
- Facilita el control de la producción y trabajadores
- Facilidad de entrenamiento a personal lo que se traduce en una mayor especialización del trabajo y personal competente.

Una disposición por producto se emplea cuando:

- Se tiene gran cantidad de productos por fabricar.
- El producto es estándar.
- Demanda constante y estable.
- Ritmo de producción que justifique la inversión necesaria.

Sistema de Distribución Híbrido

Generalmente, en empresas de fabricación y ensamblado, se combinan estrategias de disposición en la cual una parte de la instalación se encuentra dispuesta por proceso y otra por producto. Las operaciones de fabricación, en las cuales se elaboran componentes a partir de materias primas, tienen un flujo flexible, en tanto que las operaciones de ensamble, en las cuales los componentes son ensamblados para obtener productos terminados, tienen un flujo en línea. Comúnmente, a este tipo de distribución, también se le relaciona con las células de trabajo o celdas, una celda se puede definir como un “conjunto de dos o más estaciones de trabajo no similares, localizadas una junto a otra, a través de las cuales se procesa un número limitado de partes o modelos con flujos en línea” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2013, pág. 406).

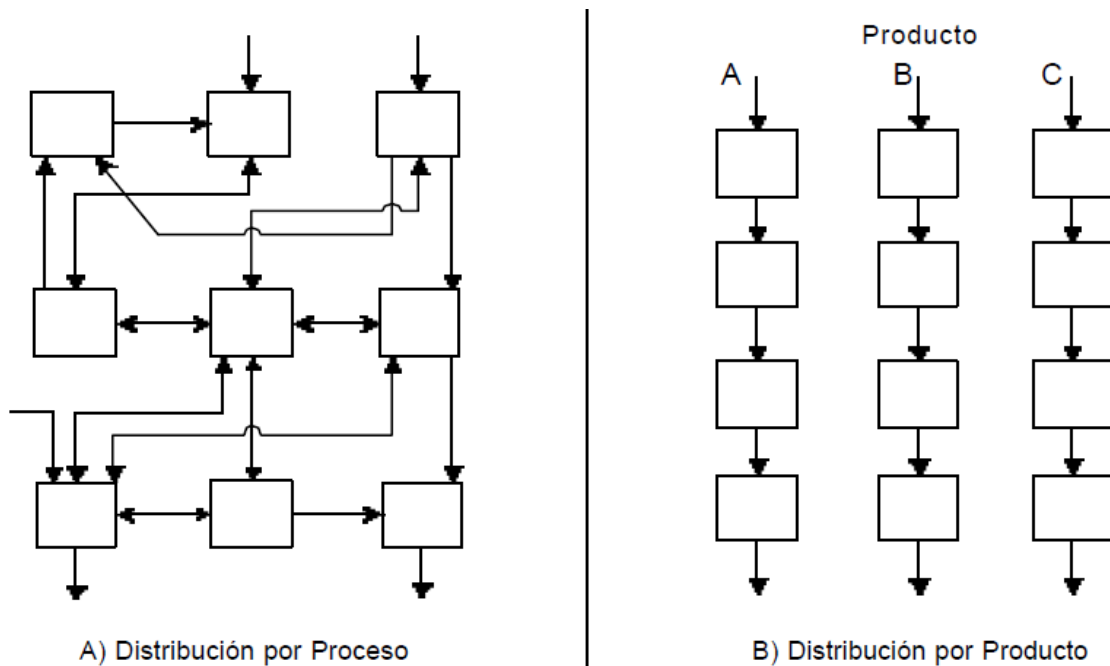


Ilustración 5: Tipos de distribución.

Fuente: www.mariojuanangelequipo10.blogspot.com

Existen dos enfoques para crear células de trabajo: Las de un trabajador, múltiples máquinas (OWMM, del inglés, *one-worker, multiple-machines*) y la Tecnología de Grupo (TG, del inglés, *Group Technology*) (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2013, págs. 409-411).

➤ **Un trabajador, múltiples máquinas (OWMM)**

Una primera opción para lograr distribuciones de flujo en línea con procesos de bajo volumen es la de un trabajador, múltiples máquinas. En este caso, a diferencia de la TG, los volúmenes no son suficientes como para mantener ocupados a varios trabajadores en una célula de trabajo, por lo que un mismo trabajador será responsable de la manipulación de varias máquinas al mismo tiempo para producir un flujo en línea. Es común que un trabajador manipule un conjunto de máquinas similares; sin embargo, en una célula de este tipo, la línea está integrada por varias máquinas diferentes entre sí por lo que será necesario un trabajador polivalente.

La distribución se puede hacer de tal manera que el trabajador se encuentre en el centro y rodeado por máquinas diferentes (Ilustración 6), o también se puede disponer las máquinas en “U” y el trabajador en el centro. Lo importante es que el trabajador se encuentre en el centro para realizar las tareas de las máquinas que no estén automatizadas; básicamente, las de carga y descarga. Existe una alta flexibilidad en una célula de trabajo; sin embargo, hay que considerar los costos de preparación que se tienen al momento de cambiar la matriz de un producto a otro. La Gerencia General podría considerar conveniente la instalación de una máquina que solamente se manipule cuando se vaya a realizar una matriz diferente a la común, esto podría reducir algunos costos significativos; sin embargo, es una evaluación que se debe analizar

Una disposición OWMM reduce necesidades de inventario en proceso y de mano de obra. Esto debido a que la materia prima o materiales están en constante movimiento de una operación a otra sin amontonarse en filas. La mano de obra se reduce debido a que el proceso se encuentra más automatizado, el trabajador debe realizar los trabajos de carga y descarga básicamente. Algunos dispositivos automatizados pueden reducir aún más la mano de obra, estos dispositivos pueden ser cargadores y descargadores, dispositivos de arranque y detención, mecanismos de pruebas de fallas, etc.

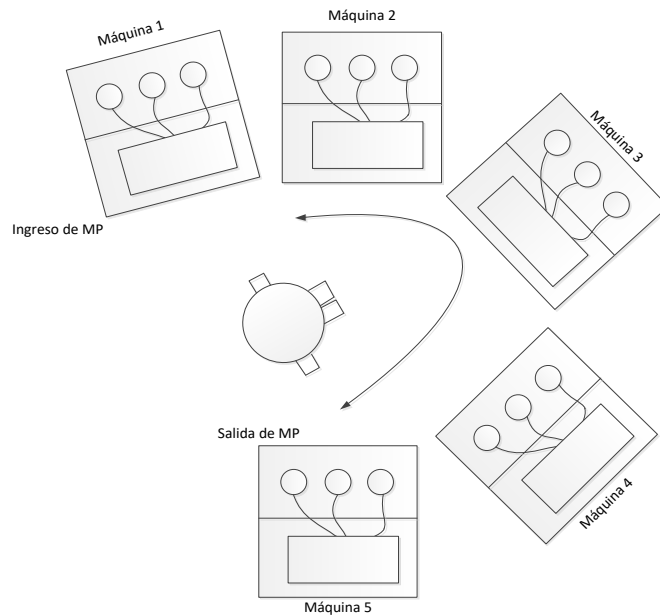


Ilustración 6: Distribución Celular: OWMM.
Fuente: Elaboración propia.

➤ **Tecnología de Grupo (TG)**

Una segunda opción para lograr una distribución híbrida o célula de trabajo es la **Tecnología de Grupo (TG)**. Esta técnica considera varios operarios y tiene mayor flexibilidad al no seleccionar una forma única de hacer el trabajo. En una célula GT los productos con características similares se agrupan en células y se reservan grupos de máquinas para su fabricación. Las familias pueden estar basadas en el tamaño, forma, requisitos o ruta de manufactura, demanda, etc. Un ejemplo de este tipo podría ser la fabricación de tornillos, en este caso, todos se agrupan en una célula ya que requieren los mismos procedimientos de procesamiento independientemente de su tamaño o forma.

Un segundo paso, luego de haber agrupado las partes o productos en familias consiste en organizar las máquinas y herramientas para realizar los procesos que las partes requieren en la célula de trabajo. Las máquinas deben requerir ajustes menores para pasar de la producción de una parte o producto a la siguiente que sean de la misma familia. Con

frecuencia, el manejo de materiales se ha automatizado de tal manera que el trabajador sólo tenga que realizar el trabajo de carga y descarga. Como se indicó en el diseño OWMM, existen diferentes métodos que pueden ayudar a tener una automatización mayor.

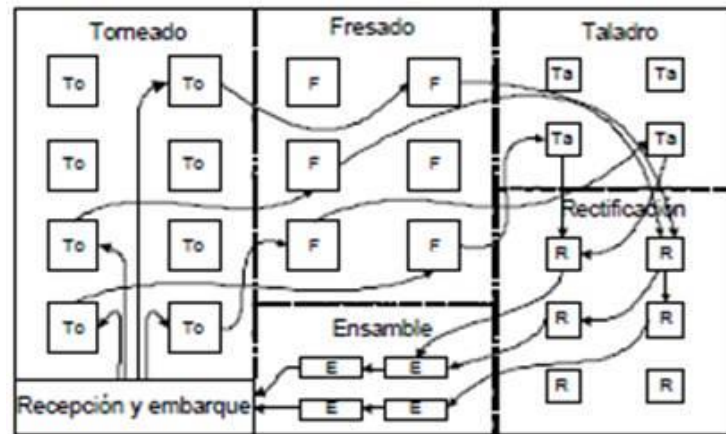


Ilustración 7: Flujos en un taller de producción sin aplicación de Tecnología de Grupo.

Fuente: www.mariojuanangelequipo10.blogspot.com

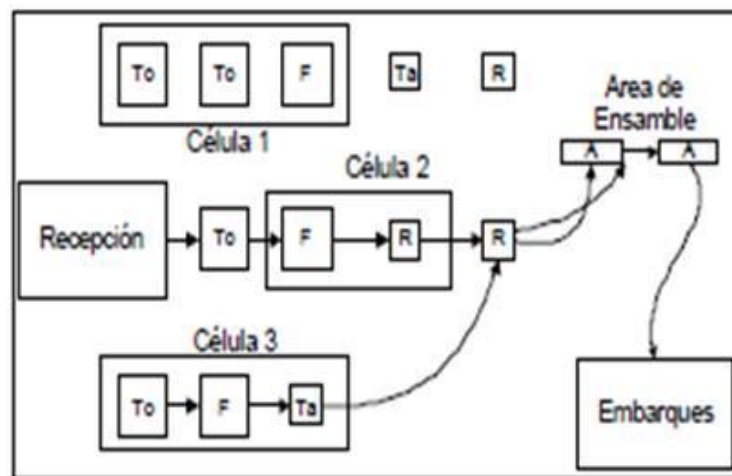


Ilustración 8: Flujos de procesos antes y después del uso de células GT.

Fuente: www.mariojuanangelequipo10.blogspot.com

La Ilustración 7 e Ilustración 8 muestran la comparación de flujos de proceso antes y después de la creación de Células con Tecnología de Grupos.

A continuación se muestra una tabla donde se detallan las principales diferencias entre la disposición de planta por producto, por posición fija y por proceso. La comparación se da en base al producto, flujo de materiales y mano de obra.

Tabla 2: Características principales según tipo de distribución de planta

	Distribución de planta		
	Por producto	Por proceso	Por posición fija
Producto	<ul style="list-style-type: none"> • Estandarizado. • Alto volumen de producción. • Tasa de producción constante 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificados. • Volúmenes de producción variables. • Tasas de producción variables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Normalmente bajo pedido. • Volumen de producción bajo (con frecuencia una sola unidad)
Flujo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Línea continua o en cadena. • Todas las unidades siguen la misma secuencia de operaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo variable. • Cada ítem puede requerir una secuencia de operaciones propia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo o inexistente. • El personal, la maquinaria y los materiales van al producto cuando se necesita.
Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> • Altamente especializada y poco calificada. • Capaz de realizar tareas rutinarias y repetitivas a ritmo constante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundamentalmente calificada sin necesidad de estrecha supervisión y moderadamente aceptable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta flexibilidad de la mano de obra (la asignación de tareas es variable)

FUENTE: (Machuca, 1995)

2.4 Principios de Disposición de planta

Según Muther (1981) los principios con los que debe contar toda disposición de planta son:

- **Principio de integración en conjunto**

“... La mejor solución será aquella que integre a los operarios, materiales, maquinaria y cualquier otro factor de forma que el compromiso entre todos ellos resulte mayor”

La distribución de planta debe ser un resultado de la integración de todos los medios de producción, convirtiendo la planta en una unidad de producción donde todos los factores sean satisfechos.

- **Principio de mínima distancia recorrida**

“... En igualdad de condiciones, la mejor solución será aquella que permita al material desplazarse la mínima distancia posible”

En cualquier proceso productivo, el material o maquinaria debe ser desplazado de un lugar a otro, lo más aconsejable será que el recorrido hecho por estos sea mínimo al no dar un valor agregado al producto.

- **Principio de circulación o flujo de materiales**

“... En igualdad de condiciones, la mejor solución será aquella que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se tratan, elaboran o montan los materiales”

Se puede decir que este principio es complementario al de mínima distancia recorrida debido a que, si las instalaciones de la planta están acomodadas de forma secuencial la distancia recorrida entre estas será menor. Es necesario indicar que el material no se moverá necesariamente en línea recta o en una sola dirección. El principio se centra en que el material tiene que ir en un constante progreso hacia su terminación, con un mínimo de interrupciones, interferencias o congestiones.

- **Principio de espacio cúbico**

“... La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal”

Una disposición de planta que utilice en su totalidad el espacio cúbico disponible será la más efectiva y por ende económica. Por espacio cúbico se entiende el uso vertical como horizontal de las instalaciones. Este principio se sustenta en que si las máquinas, personas y materiales tienen tres dimensiones, ¿por qué las instalaciones no son aprovechadas de igual modo?

- **Principio de satisfacción y seguridad**

“... En igualdad de condiciones, la mejor solución será aquella que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los operarios, los materiales y la maquinaria”

Una disposición de planta que tome en cuenta la satisfacción y seguridad de los trabajadores siempre será la óptima. Una disposición no puede ser efectiva si los trabajadores se encuentran en constante riesgo o peligro de accidentes. Es necesario considerar que el diseño debe tomar en cuenta un espacio para estimular el contacto social entre trabajadores.

- **Principio de flexibilidad**

“... En igualdad de condiciones, será más efectiva la solución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes”

Una disposición de planta que pueda ser reordenada o ajustada a cambio de costos bajos y menos inconvenientes siempre será considerada como superior o mejor a otros diseños. Se debe tomar en cuenta que la investigación y la tecnología avanzan con rapidez en el tiempo, por lo que las industrias deben mantenerse en constante cambio para ser competitivas. Todo esto puede implicar cambios en diseños, métodos, equipo y cualquier otro factor susceptible a cambio.

2.5 Factores que afectan una distribución de planta

Para el logro de los objetivos de cualquier distribución o redistribución de planta es necesario conocer una serie de variables que afectan de alguna manera las decisiones que se puedan tomar acerca de la ubicación física de departamentos, maquinaria y equipos. La totalidad de variables tienen que ver con el material que maneja la organización, la maquinaria utilizada en el proceso, el talento humano involucrado, los movimientos ocurridos, los almacenamientos temporales, los servicios auxiliares brindados, las características del edificio y los cambios a surgir en el futuro:

Factor Material

El primer factor a analizar es el material, los elementos de esta variable abarcan particularidades tales como materia prima, material en proceso, material embalado, insumos, piezas rechazadas, viruta, desperdicios, desechos, materiales de embalaje, materiales para mantenimiento, entre otros. Las consideraciones generalmente contempladas en el análisis son el tamaño, el peso, forma, volumen y características físicas y químicas de los productos; sin embargo, estas pueden variar de acuerdo a las características de cada sistema productivo y los requerimientos que tenga cada empresa respecto a los materiales empleados dentro del proceso.

Tabla 3: Ejemplo de consideraciones para el análisis del Factor Material

<i>Tipo de Material</i>	<i>Estado del Material</i>	<i>Propiedades</i>			<i>Forma</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Requerimientos de acarreo</i>
		<i>Físicas</i>	<i>Químicas</i>	<i>Eléctricas</i>			

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente al análisis de las consideraciones a tener en cuenta con los elementos del factor Material, es importante considerar el tipo de sistema de manufactura a emplear. De acuerdo a lo mencionado en el punto 2.3, generalmente una empresa que fabrique una sola unidad de un único producto deberá optar por una distribución por posición fija, siendo el análisis P-Q de la siguiente manera:

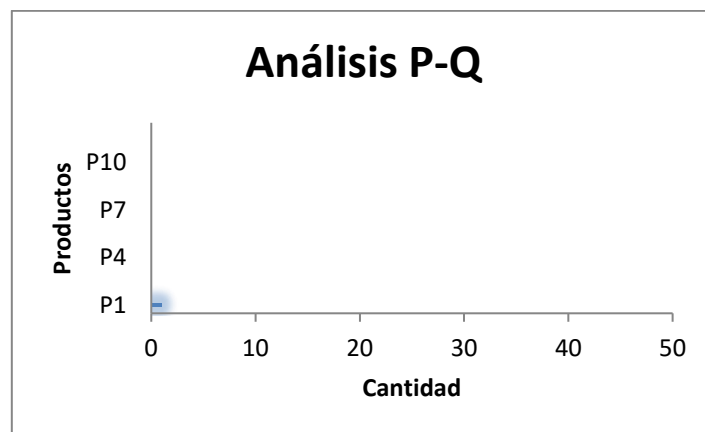


Ilustración 9: Análisis P-Q para una distribución Fija

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, cuando uno o pocos productos se producen en gran cantidad, la distribución deberá ser orientada al producto empleando un sistema en cadena:

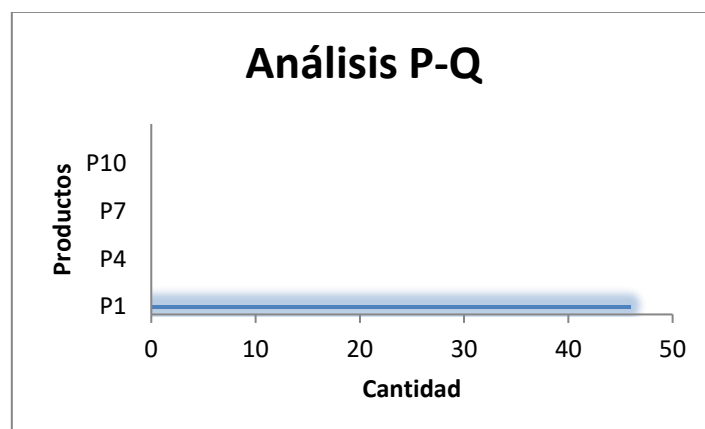


Ilustración 10: Análisis P-Q para una distribución en Cadena

Fuente: Elaboración propia.

Cuando una empresa produce gran variedad de productos en cantidades intermitentes, se recomienda utilizar una distribución de mayor flexibilidad, orientada al proceso:

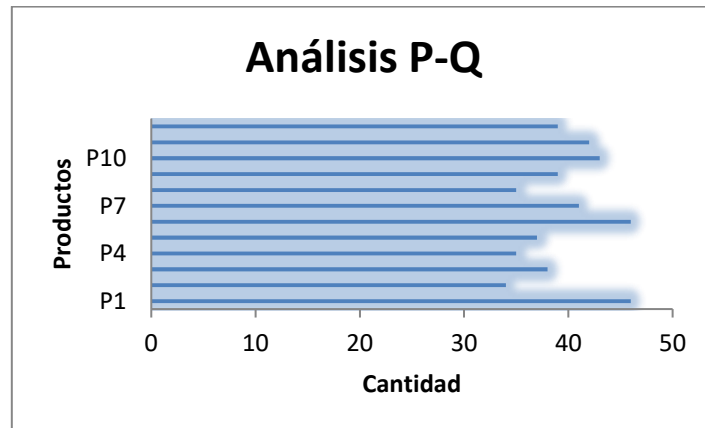


Ilustración 11: Análisis P-Q para una distribución por Proceso

Fuente: Elaboración propia.

Por último, una distribución híbrida será adoptada para buscar mayor flexibilidad y eficiencia de las operaciones, pudiendo ser el análisis P-Q de la siguiente manera:

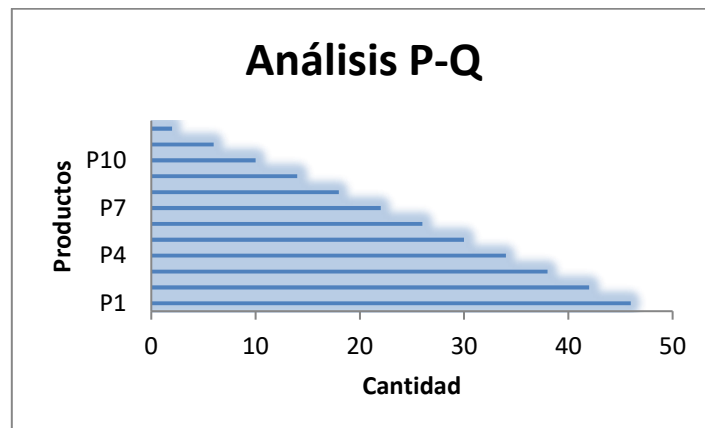


Ilustración 12 Análisis P-Q para una distribución Híbrida

Fuente: Elaboración propia.

Factor Maquinaria

Para tener una distribución de planta adecuada es indispensable tener información acerca de maquinaria (herramientas y equipo) a emplear. Algunas de las particularidades de este factor incluye la maquinaria de producción, equipo de proceso o tratamiento, dispositivos especiales, herramientas, maquinaria inactiva, maquinaria de mantenimiento, entre otros. La información a tener en cuenta puede ser documentada en una Ficha Descriptiva de Máquina y Equipo donde se detalle las características principales como también los requerimientos relativos a la maquinaria y/o el equipo.

Adicionalmente a la información referente a la maquinaria y equipo, será importante calcular el número requerido de maquinaria que debe tenerse dentro del proceso productivo. Para el cálculo se pueden considerar diferentes métodos o factores que pueden variar de un escenario a otro; sin embargo, uno de ellos es realizar el cálculo tomando como base los tiempos de operación y los tiempos disponibles, siendo su ecuación de la siguiente manera:

$$N^{\circ} \text{maq. (N)} = \frac{(\textit{T tiempo de operación por pieza por máq.})(\textit{Demanda anual})}{N^{\circ} \text{ total de horas disponibles al año}}$$

Factor Hombre

El talento humano también será un factor importante a considerar en el proceso de distribución, esta variable engloba mano de obra directa, jefes de equipo o capataces, jefes o encargados de sección, jefes de servicio, entre otros. Es importante considerar el número de personas involucradas en cada proceso para determinar el espacio que este

requerirá así como también los servicios auxiliares a distribuir. Un modo de calcular número de personas demandada es mediante la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ personas} = \frac{\text{HH por unidad de prod} * \text{Req. de producción por periodo}}{\text{Horas disponibles por periodo}}$$

Es importante mencionar que dentro de los factores que afectan toda distribución de planta, el humano es más flexible: se le puede trasladar, dividir, repartir su trabajo, entrenarlo para nuevas operaciones y generalmente, distribuirlo de acuerdo al criterio y las operaciones requeridas.

El sistema de remuneración que se utiliza para el talento humano también tiene que ver con una disposición de elementos, así, un pago a destajo puede ser aplicable muchas veces a un sistema de producción por procesos, mientras que en sistema de producción en cadena puede que traiga problemas internos entre colaboradores.

Factor Movimiento

Generalmente, el análisis de esta variable se relaciona con el movimiento de los materiales; sin embargo, ocurren situaciones o industrias particulares en las cuales será más importante analizar el movimiento de la mano de obra o máquinas ya que dan la pauta al proceso.

Para la mayoría de organizaciones, la forma en la que el material es transportado tiene gran influencia sobre la distribución de una planta, por lo cual, en este factor será conveniente evaluar los métodos utilizados en el acarreo de materiales.

El sistema de acarreo de materiales varía de acuerdo al proceso de producción y características del material que está en movimiento. Estas actividades no cambian las formas y características de los productos ni añaden valor al proceso; sin embargo, un diseño eficiente puede reducir los costos de manufactura y evitar el desgaste físico de los colaboradores dedicados al acarreo de materiales. Tompkiens et al. (1996) Estima que 20-50% de los costos de manufactura se deben al acarreo de materiales y que esta cifra se puede reducir a un 10-30% en caso se mejoren los métodos.

Dicho esto, en la selección del equipo de acarreo se tiene que tomar en consideración el costo del equipo, costo de funcionamiento, costo de mantenimiento y capacidad del equipo.

Entre los equipos de acarreo de materiales podemos distinguir el equipo de trayectoria fija y el equipo móvil. Para el equipo de trayectoria fija será necesario un estudio detallado y eficaz que no perjudique las operaciones de la planta si después de un tiempo se pretende cambiar de lugar. En cambio, para los equipos móviles, el trabajo será más sencillo debido a que solamente tendremos que analizar las condiciones y tamaño de carga unitaria, el terreno por donde se transportará el material, frecuencia de movimientos, etc.

- **Equipos de trayectoria fija**
 - Transportadores simples
 - Transportadores con cadena
 - Grúas
 - Elevadores
 - Transportadores especiales

- **Equipos móviles**
 - Carretillas
 - Carretillas hidráulicas
 - Montacargas motorizado
 - Camiones

Existe un procedimiento de acarreo de materiales el cual involucra seis etapas (Díaz et. al. 2007):

- Formar un equipo de trabajo que lleve a cabo el estudio
- Registrar, tomando información del proceso en diagramas de estudio de métodos (DAP, DOP, DR)
- Examinar, teniendo como base las descripciones anteriores y los diagramas correspondientes, hasta lograr un sistema acarreo de materiales.
- Desarrollar, de acuerdo con el examen crítico explicado en la etapa anterior, ideas apropiadas como soluciones a los problemas detectados y así puedan ser evaluados proponiendo el mejor.
- Seleccionar el equipo de acarreo más eficiente
- Implementar la propuesta y hacer seguimiento para analizar su efectividad.

Factor Espera

Los objetivos de cualquier organización es hacer que su flujo productivo sea constante y fluido; sin embargo, muchas veces esto se convierte un dolor de cabeza para los ingenieros de las empresas quienes no logran su cometido debido a factores propios de la producción.

Groover (1996) Observa que los materiales pasan más tiempo en espera o siendo transportados que en el proceso en sí. Su investigación releva que sólo el 5% del tiempo el material está en una máquina, mientras que el 95% pasa siendo transportado o en espera.

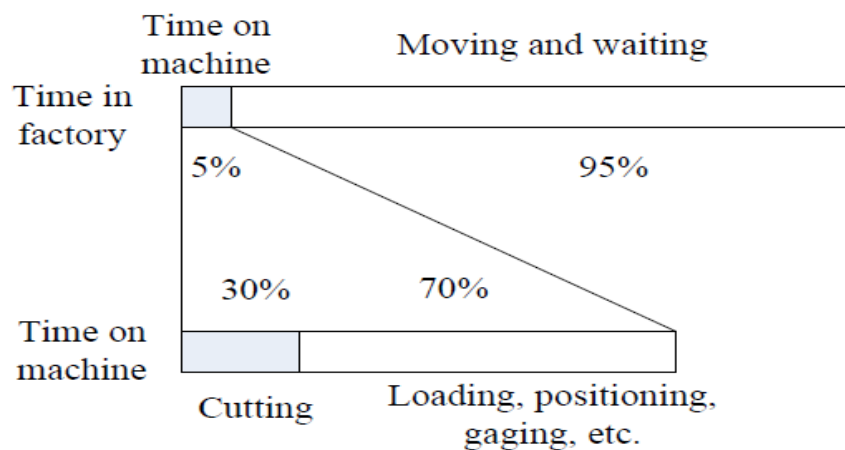


Ilustración 13: Tiempo aproximado que el material permanece en espera o máquina.

FUENTE: (Groover, 1996)

Ahora bien, las esperas no siempre representan un costo adicional de producción, muchas veces las esperas pueden ser necesarias, por ejemplo, en el caso de la producción de tamaños de lotes más económicos, por lo que prever un espacio necesario para ello será indispensable en la distribución de planta.

Factor Servicio

El factor servicio comprende servicios relativos al personal, material, maquinaria y edificio. A continuación se desarrollará cada uno de estos:

Servicios relativos al personal:

- Vías de acceso: se deberá diseñar puertas de acceso y salida independientes a la de recepción y despacho de material considerando el ancho que permita el paso del sistema de acarreo que se implemente en la organización. Adicionalmente, se deberá considerar un espacio de estacionamiento de tal manera que se satisfagan las necesidades del personal y se brinde la seguridad correspondiente.
- Instalaciones Sanitarias: en el diseño de Instalaciones Sanitarias se deberá tener en cuenta las posibles ampliaciones que la planta pueda tener en un futuro respecto a su personal. Será necesario considerar la legislación vigente, de tal manera que se contemple el número mínimo de servicios higiénicos de acuerdo al número de personas. En el Perú se puede revisar la norma IS.010 para recopilar toda la información referente.
- Iluminación y Ventilación: se deberá considerar la implementación de luz general y localizada para cada puesto de trabajo. La calidad de la iluminación vendrá relacionada con el tipo de trabajo a realizar. Adicionalmente, los pasadizos deberán contar con iluminación natural y artificial así como iluminación de emergencia. La ventilación tendrá el objetivo de suministrar aire fresco a las áreas productivas de la organización de tal manera que las personas puedan rendir mayor tiempo sin sufrir desgaste o cansancio.

Servicios relativos al material:

El material es un elemento crítico dentro de un proceso productivo, pues se transporta, procesa y almacena; para ello, se deberán considerar servicios que satisfagan las necesidades que se tengan sobre este. Dentro de los servicios relativos al material, se deberá considerar espacios disponibles para realizar el control de calidad del producto, para esto, la responsabilidad de la calidad dependerá del tipo de distribución que se implemente:

Tabla 4: Responsabilidad de la Calidad según Distribución a adoptar

<i>Por posición fija</i>	<i>La calidad es responsabilidad directa de los operarios individualmente.</i>
<i>Por procesos</i>	<i>El control de calidad tiene lugar en un departamento diferente para cada operación. Generalmente hay inspección sobre el terreno, mediante rondas. Deberá establecerse procedimientos para la trazabilidad de los productos</i>
<i>En línea</i>	<i>No será fácil la asignación de responsabilidad sobre la calidad. Generalmente, se deberá considerar la existencia de puestos de reparación en línea e inspección descentralizada con inspecciones que sigan el ritmo de producción.</i>

FUENTE: (Díaz, Jarufe, & Noriega, 2007)

Adicionalmente, en caso se requiera, los laboratorios de la planta deberán estar equipados con instrumentos apropiados según los análisis a realizar y deberán contar con exigencias que permitan la seguridad del personal.

Servicios relativos a la maquinaria:

Para satisfacer las necesidades que tenga la maquinaria implementada en la organización, se deberá tener en cuenta instalaciones eléctricas apropiadas, salas de calderas seguras, áreas de mantenimiento efectivas, entre otros.

Servicios relativos al edificio:

Para los servicios relativos al edificio, será importante considerar señalización adecuada que garantice la seguridad de los trabajadores de la organización. Adicionalmente, un adecuado ambiente de trabajo garantizará menores accidentes como también mayor rendimiento del personal. Como respuesta a la necesidad de desarrollar planes de mejoramiento de ambiente de trabajo, se podrá implementar la metodología de las cinco S.

Factor Edificio

El Factor Edificio es una variable fundamental a analizar en el diseño de la distribución; sin embargo, la influencia del mismo se verá sujeta en la existencia o no de una construcción ya realizada. En caso se tenga que trabajar bajo una construcción ya realizada, la planeación será importante para la reducción de costos que se tenga en la introducción de maquinaria y áreas de trabajo; caso contrario, previo a la construcción se deberá tener en cuenta consideraciones relevantes frente a las características propias del edificio tales como, números de pisos, forma de áreas, localización de puertas, altura de techos, emplazamiento de columnas, entre otros. Teniendo en cuenta los diversos enfoques sobre la materia, las dimensiones y consideraciones a adoptar muchas veces

dependerán del tipo de industria en el que nos encontremos y los requerimientos que se tenga.

Factor Cambio

Los principios de disposición de planta consideran dentro de ellos la flexibilidad de la planta, este principio se relaciona de manera directa con el factor cambio. En un entorno tan cambiante y competitivo los cambios se dan constantemente por lo que en la planeación de disposición de planta será ineludible la necesidad de prever necesidades futuras que tendrá la organización.

2.6 Estudios que motivan una redistribución de planta

Rodriguez & Vásquez (2012, pág. 14) en su artículo científico “Selección de alternativas de redistribución de planta: un enfoque desde las organizaciones” hace un interesante análisis acerca de los factores que pueden motivar hacer una redistribución de planta, su trabajo es bastante completo y comprende un análisis bibliográfico acerca de las causas que generan redistribuciones como también un trabajo en campo en la ciudad de Cali – Colombia donde se entrevistó a expertos para que se profundice en el problema de redistribución de planta. Los tipos de proyectos presentados en este artículo son detallados a continuación:

Redistribución para aumentar la capacidad

Una compañía que decide hacer un estudio de redistribución debido al aumento de capacidad de sus operaciones tiene las siguientes características:

- Conserva el mismo sistema productivo.
- Conserva la misma mezcla de productos pero son producidas en cantidades mayores.
- Conserva los tipos de equipos y maquinaria de producción.
- Varía la cantidad de equipos y máquinas de producción
- Amplía su área productiva o departamentos actuales.

Redistribución para incorporar un cambio en el sistema productivo

Generalmente, las empresas que deciden hacer una redistribución de planta por esta categoría se debe a cambios en el sistema productivo de la organización. Como ejemplo son las empresas que requieren incorporar nuevos productos y para estos, nuevas líneas de producción. También, dentro de este tipo de proyecto, existe el caso de que la empresa requiere adicionar pasos en el proceso productivo como por ejemplo un control de calidad preventivo a la materia prima.

Redistribución para aumentar la eficiencia y reducir los costos

Generalmente, este tipo de redistribución es aplicado cuando las empresas deciden hacer una re-distribución de sus departamentos actuales, pero la estructura general es mantenida; es decir, lo que se busca es reducir los costos de manejo de materiales y de transporte como también mejorar algunas características propias del sistema como el tiempo del proceso, congestión, inventarios de productos en proceso y eliminar los flujos cruzados o en reversa.

Redistribución para implementar una filosofía o estrategia empresarial

El autor muestra un muy buen ejemplo para la redistribución bajo este enfoque como es la aplicación de la filosofía del “*Lean Manufacturing*”. Esta filosofía al tener principios, métodos y prácticas establecidas, se hace necesario que la organización a re-distribuir se adapte a estos cambios. También puede darse el caso en que una organización decida tomar una estrategia que ya ha sido establecida en otra organización y se quiera adaptar a la propia (*Benchmarking*), o por último, se puede plantear una re-distribución de planta por motivos legales, estratégicos o parámetros de empresas clientas que requieran un diseño específico de distribución.

2.7 Relación con el “Lean Manufacturing”

El “*Lean Manufacturing*”, o en español, Manufactura Esbelta, es una filosofía surgida por los años 1950 a raíz de un conjunto de técnicas desarrolladas por la compañía Toyota; sin embargo, es a partir de los años 1990 que se empieza a tener las primeras publicaciones acerca de sus técnicas y conceptos (Botero, 2010). Edward (1989) define el concepto de la siguiente manera:

“El *Lean Manufacturing* es una filosofía industrial de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución, que lo reduce o elimina en buena parte de las actividades industriales, utilizando tres componentes como el flujo continuo, la calidad y la intervención de los empleados” (págs. 17-18)

El *Lean Manufacturing* realiza una clasificación de los desperdicios (o “*Mudas*” en japonés) ocurridos durante el proceso de producción. Entendiéndose como Desperdicio o Muda a todo aquello que no agrega valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. Cabe señalar que existen operaciones en el proceso que se pueden entender como desperdicio pero que son necesarias para la producción. Se han realizado siete clasificaciones de desperdicio a lo largo del tiempo; sin embargo, a continuación consolidamos la información de Reproceso o Producción Defectuosa y Transporte o Movimiento Innecesario, por tratarse de manera muy similar:

- ✓ **Sobreproducción:** El desperdicio por sobreproducción es el resultado de producir más cantidad de la que el mercado requiere o diseñar equipos con una capacidad por encima de la demandada. Las características de este tipo de desperdicio son: gran cantidad de stock, equipos sobredimensionados, necesidad de gran espacio para almacenar la producción, entre otras.
- ✓ **Esperas:** El desperdicio por tiempo de espera es el resultado de un proceso mal diseñado donde se tiene puestos de trabajo ociosos como también saturados de trabajo. Algunas características son: exceso de colas de material dentro del proceso, operarios esperando a otros operarios, operarios esperando que la máquina culmine la ejecución, entre otras.
- ✓ **Transportes o Movimientos Innecesarios:** El desperdicio por transporte es el resultado de movimientos innecesarios por un diseño deficiente de planta que el cliente no está dispuesto a pagar. La forma de corregir este tipo de desperdicio es teniendo lo más cerca posible las máquinas y puestos de

trabajo de tal manera que los materiales fluyan directamente de una estación a otra sin esperar en colas de inventario.

- ✓ **Reproceso o Producción Defectuosa:** El desperdicio por reproceso o Producción Defectuosa es uno de los más aceptados en la industria a pesar que significa una gran pérdida de productividad. Para evitar este tipo de desperdicio, los procesos productivos deberían ser diseñados a prueba de errores identificando las fallas en el momento que aparecen. Algunas características de este tipo de desperdicio son: pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero, calidad cuestionable, baja motivación de los operarios, entre otros.
- ✓ **Inventarios:** Este tipo de desperdicio representa la forma de despilfarro más clara y crónica hasta el punto que los expertos han denominado la existencia de stock como la “raíz de todos los males”. Algunas características de este tipo de desperdicio son: excesivo espacio del almacén, rotación baja de existencias, costes elevados de almacén, entre otras.

Toda distribución de planta pretende, como primer objetivo, la reducción de los movimientos innecesarios y/o transportes ocurridos durante el proceso; sin embargo, adecuando los métodos, se espera que los materiales fluyan durante todo el proceso productivo sin crear almacenamientos temporáneos u esperas por ociosidad de los operarios, de esta manera, una correcta distribución de planta pretende de manera prioritaria la eliminación de estos dos desperdicios clasificados según la Manufactura Esbelta. Adicionalmente, según esta filosofía japonesa, la manera más óptima de enfrentar la reducción o eliminación de estos desperdicios es implementando una

disposición híbrida en donde se creen células de trabajo con colaboradores polifuncionales.

3 CAPÍTULO: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL ACTUAL

El presente capítulo se pretende mostrar el estado actual de la empresa. Se toma en consideración los siete factores que afectan toda disposición de planta, adicionalmente, se hace el balance de línea para determinar los indicadores actuales de la organización.

3.1 Descripción de la Empresa

A solicitud de la organización, se decidió mantener en reserva el nombre y datos relevantes de esta; sin embargo, se sabe que la institución donde se elabora nuestra propuesta de redistribución se trata de una empresa de confección textil cuya ubicación geográfica es la ciudad de Arequipa – Perú. Tributariamente, se encuentra enmarcada dentro del régimen general del impuesto a la renta normado según el Decreto Supremo N° 179-2004-EF “Texto Único Ordenado de la Ley del Impuesto a la Renta”, su sistema de emisión de comprobantes de pago y contable es automatizado. Por otro lado, laboralmente la empresa se encuentra inscrita en el Remype como pequeña empresa.

La visión a futuro y misión de la organización es mencionada a continuación:

Visión:

“Confeccionar productos textiles de alta durabilidad que superen las expectativas de nuestros clientes, los distinga y proteja mediante nuestra tecnología,

competitividad, responsabilidad social y ambiental llegando a ser consolidada y reconocida a nivel nacional e internacional.”

Misión:

“Somos una asociación peruana experta en confección textil con una gran vocación social que ofrece a nivel nacional e internacional una gama productos de alta calidad y duración con estilos personalizados, seguros y cómodos dirigidos a diversas empresas y organizaciones preocupadas por el desarrollo de su personal y responsabilidad social, gracias al cariño que desempeña nuestro gran equipo de colaboradores capacitados y comprometidos con sus funciones, además de tecnología y procesos eficientes, todo en favor de la disminución y prevención de la violencia familiar.”

3.2 Factor Material

3.2.1 Gama de productos ofrecidos al mercado

La empresa en estudio produce actualmente una amplia gama de productos al mercado; sin embargo, muchos de ellos siguen secuencias iguales o similares durante su confección, es así que para iniciar la mejora en estudio se procederá a realizar el análisis ABC de Pareto de tal manera que sirva como base para tomar decisiones referentes a la disposición de planta propuesta. A continuación se presenta el análisis para las familias de productos de la compañía:

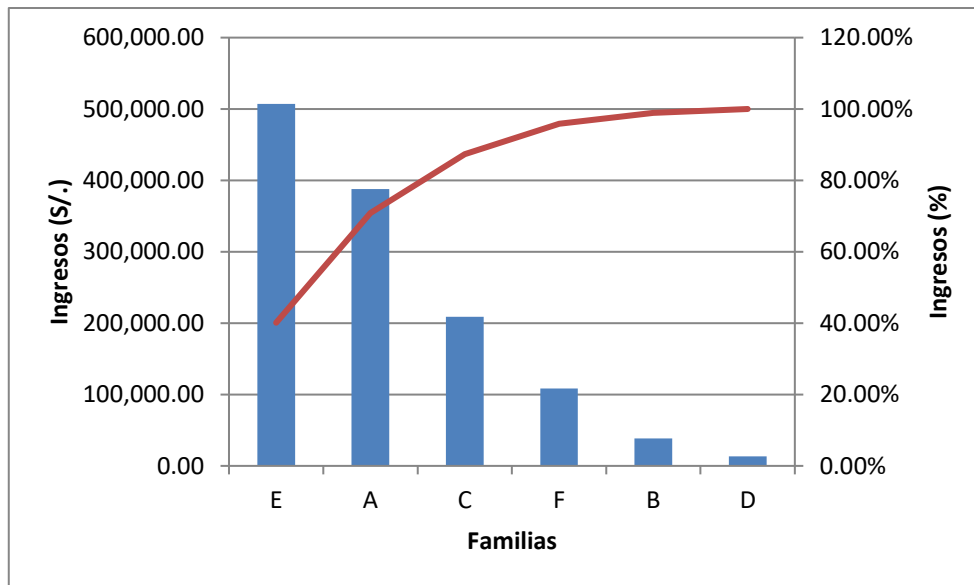


Ilustración 14: Diagrama ABC Pareto clasificado por familia
FUENTE: Elaboración propia

La clasificación ABC propuesta por Pareto es mostrada a continuación:

Tabla 5: Análisis ABC para Familias de Productos

<i>Segmentación</i>	<i>Familias</i>	<i>% Acum.</i>
A	E - A	70.80
B	C	87.32
C	B – F - D	100

FUENTE: Elaboración Propia

Para realizar nuestro estudio de redistribución se tomará en cuenta los productos del segmento A que representan el 70.80% de las ventas de la compañía. Es importante indicar que el segmento B (Familia C) no es tomado en cuenta debido a que las operaciones de confección que involucra este tipo de prendas no tienen impacto alguno en la maquinaria que se desea introducir al sistema productivo de la empresa. A continuación se muestran las prendas:



Ilustración 15: Prenda representativa familia E
FUENTE: La empresa

<i>Detalles Adicionales de prenda:</i>	
-	Material: Polyester Polar.
-	Servicio: Bordado en delantero izquierdo.
-	Cantidad de partes por prenda: 8 partes (manga izquierda, manga derecha, delantero izquierdo, delantero derecho, vuelta izquierda, vuelta derecha, cuello, espalda)
-	Dato adicional: Con cierre tractor entre delanteros



Ilustración 16: Prenda representativa familia A
FUENTE: La empresa

<i>Detalles Adicionales de prenda:</i>	
-	Material: Algodón Jersey
-	Servicio: Estampado/Sublimado en delantero
-	Cantidad de partes por prenda: 5 partes (manga izquierda, manga derecha, delantero, espalda, cuello)

3.2.2 Flujo del proceso

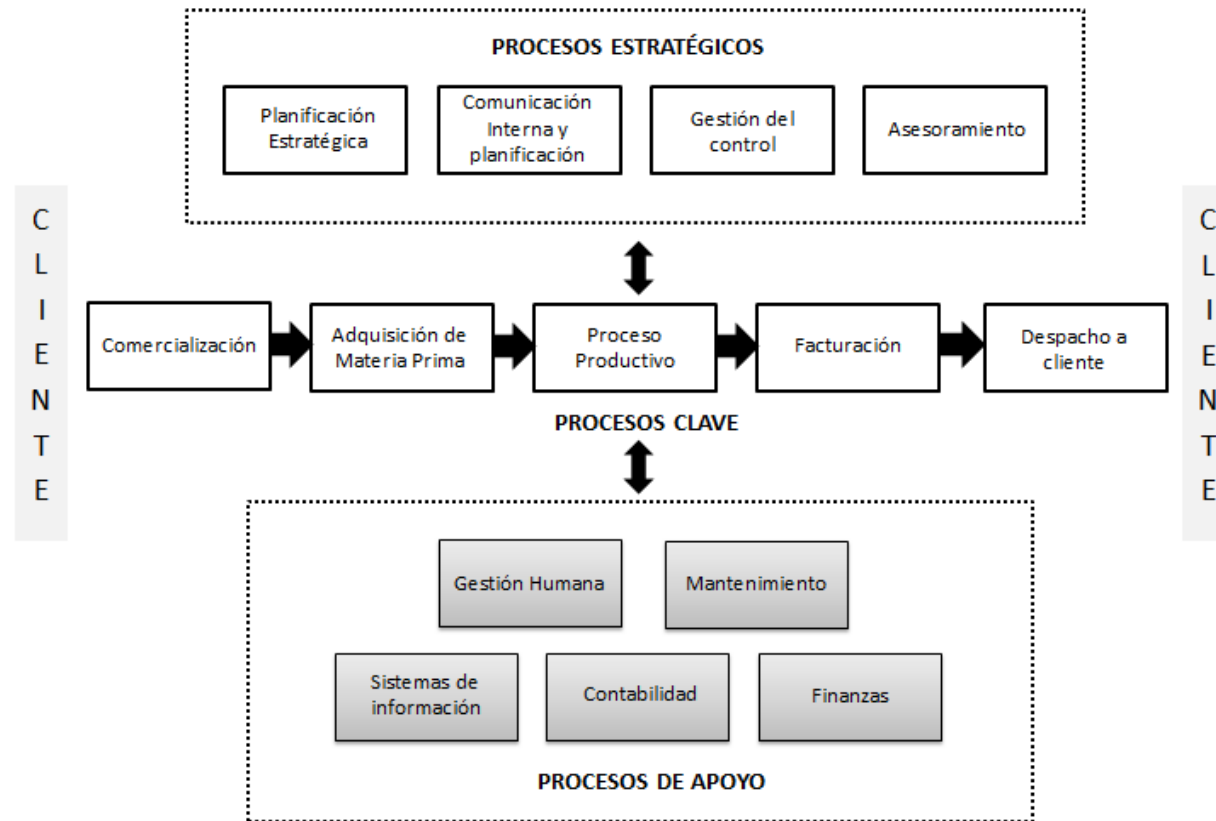


Ilustración 17: Mapa del Proceso – Nivel 0

FUENTE: Elaboración propia

Debido a la relevancia que tiene el presente trabajo con el proceso productivo, a continuación se detalla el nivel 1 para este proceso:

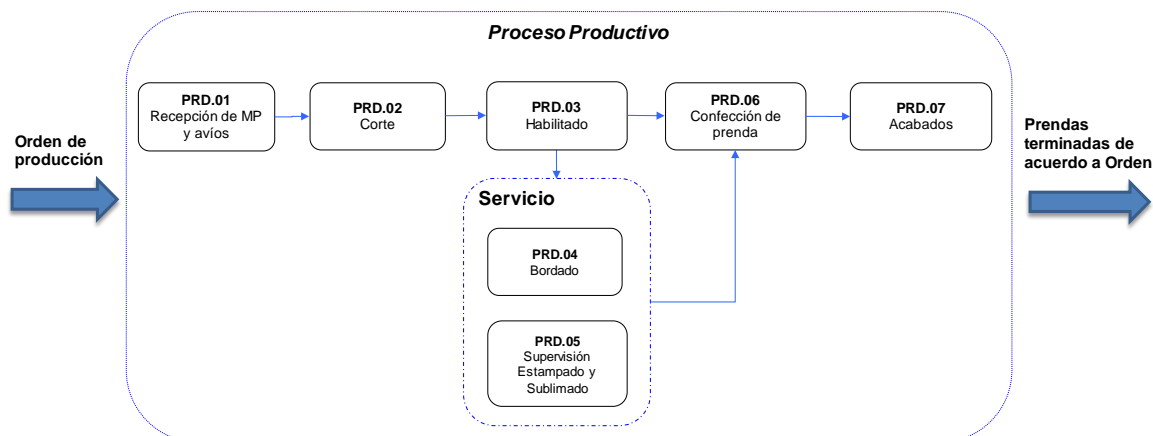


Ilustración 18: Mapeo del proceso productivo – Nivel 1

FUENTE: Elaboración propia.

El proceso productivo para la confección de una prenda comprende de 7 subprocesos: Recepción de MP, Corte, Habilitado, Servicio, Confección y Acabados. El proceso de Servicio contempla los subprocesos de Bordado y Estampado o Sublimado los cuales son tercerizados hasta el momento por lo que la responsabilidad se limita a su supervisión.

A continuación, se detallan los procesos y subprocesos considerando una definición, un alcance y el diagrama de flujo donde se muestran las actividades a llevarse a cabo:

- **Recepción de Materia Prima e Insumos**

Definición: La recepción de la Materia Prima e Insumos es el proceso por el cual las personas responsables reciben y verifican la conformidad del pedido hecho a un proveedor determinado.

Alcance: El proceso inicia con la recepción de la documentación referente a la MP e Insumos y culmina con la entrega física a responsables de Corte.

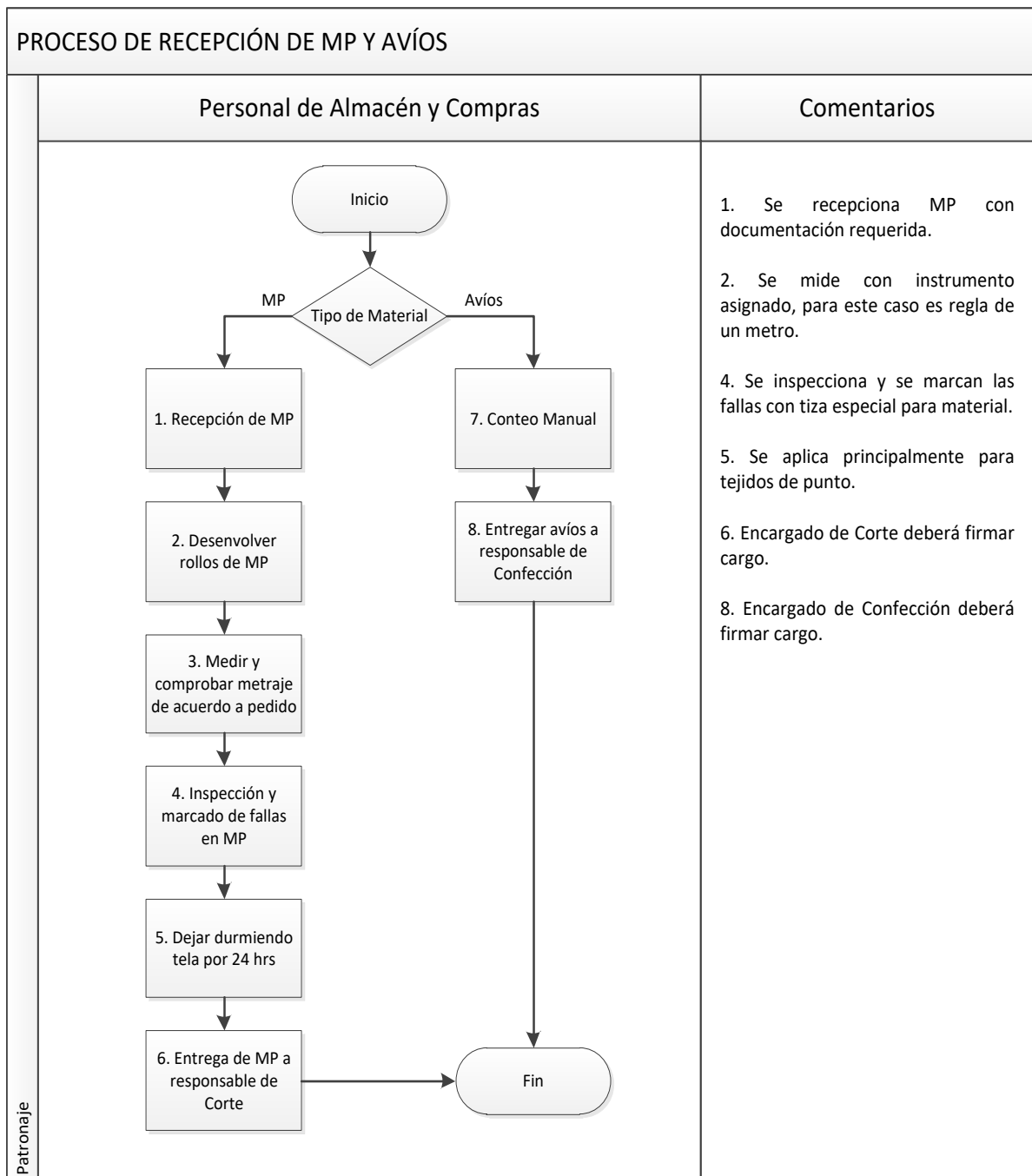


Ilustración 19: Diagrama de Flujo Recepción de MP y avíos – Nivel 2

FUENTE: Elaboración propia.

Patronaje y Corte

Definición: Patronaje y Corte es el proceso por el cual la Materia Prima sufre una transformación en partes de acuerdo al diseño que se tiene para cada prenda.

Alcance: El proceso inicia con el cálculo de tendido y distribución de piezas y culmina con las partes de prenda necesarias para elaborar una prenda.

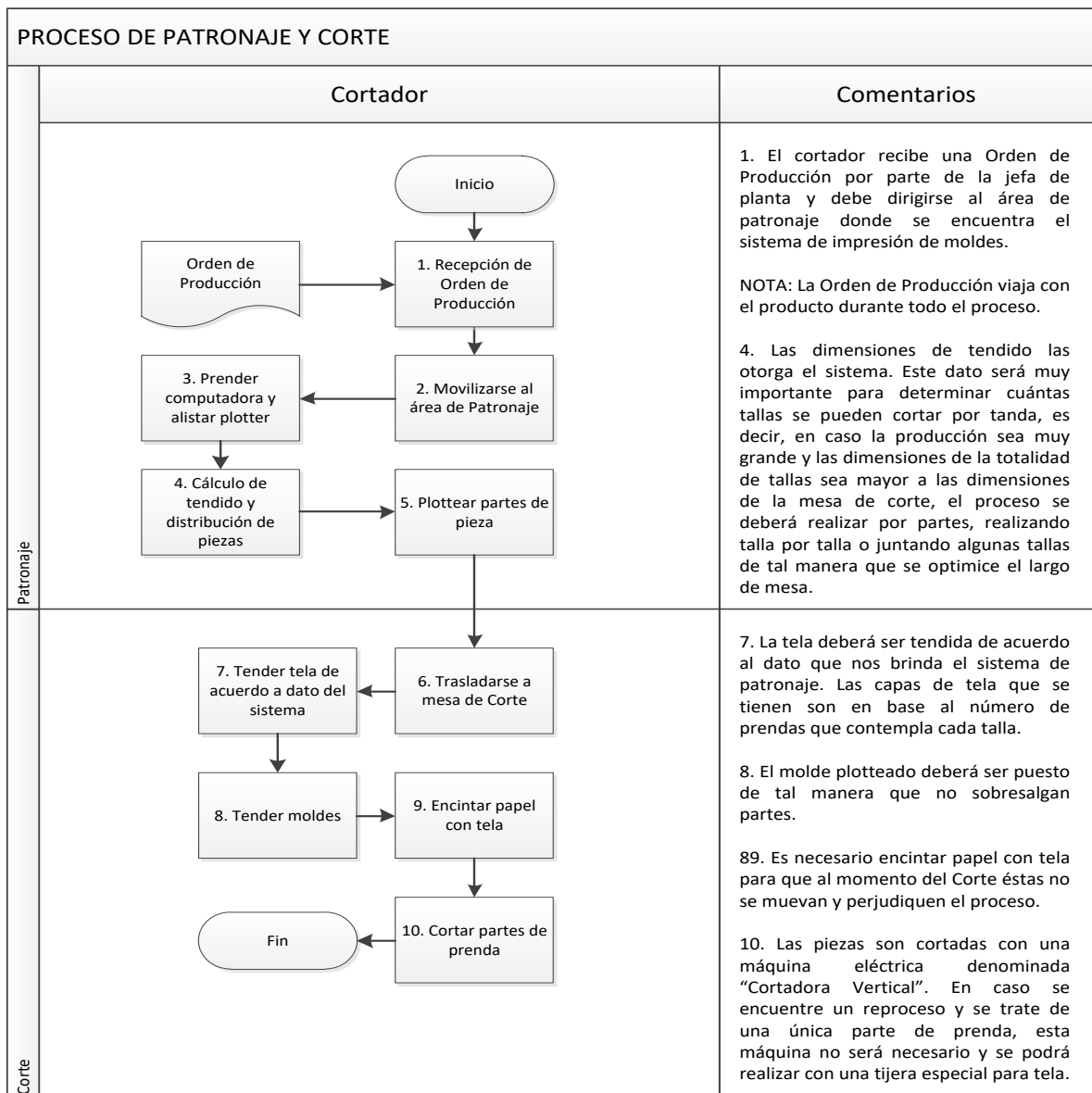


Ilustración 20: Diagrama de Flujo proceso de Corte – Nivel 2

FUENTE: Elaboración propia.

- **Habilitado**

Definición: El proceso de Habilitado se define como el proceso de control preventivo en donde, adicionalmente, se codifica cada parte de prenda de tal manera que se unifiquen los colores durante su confección y se eviten costos innecesarios de reproceso.

Alcance: El proceso inicia con la recepción de las partes de prenda y culmina una vez que se tengan todas las partes codificadas y revisadas del lote de producción.

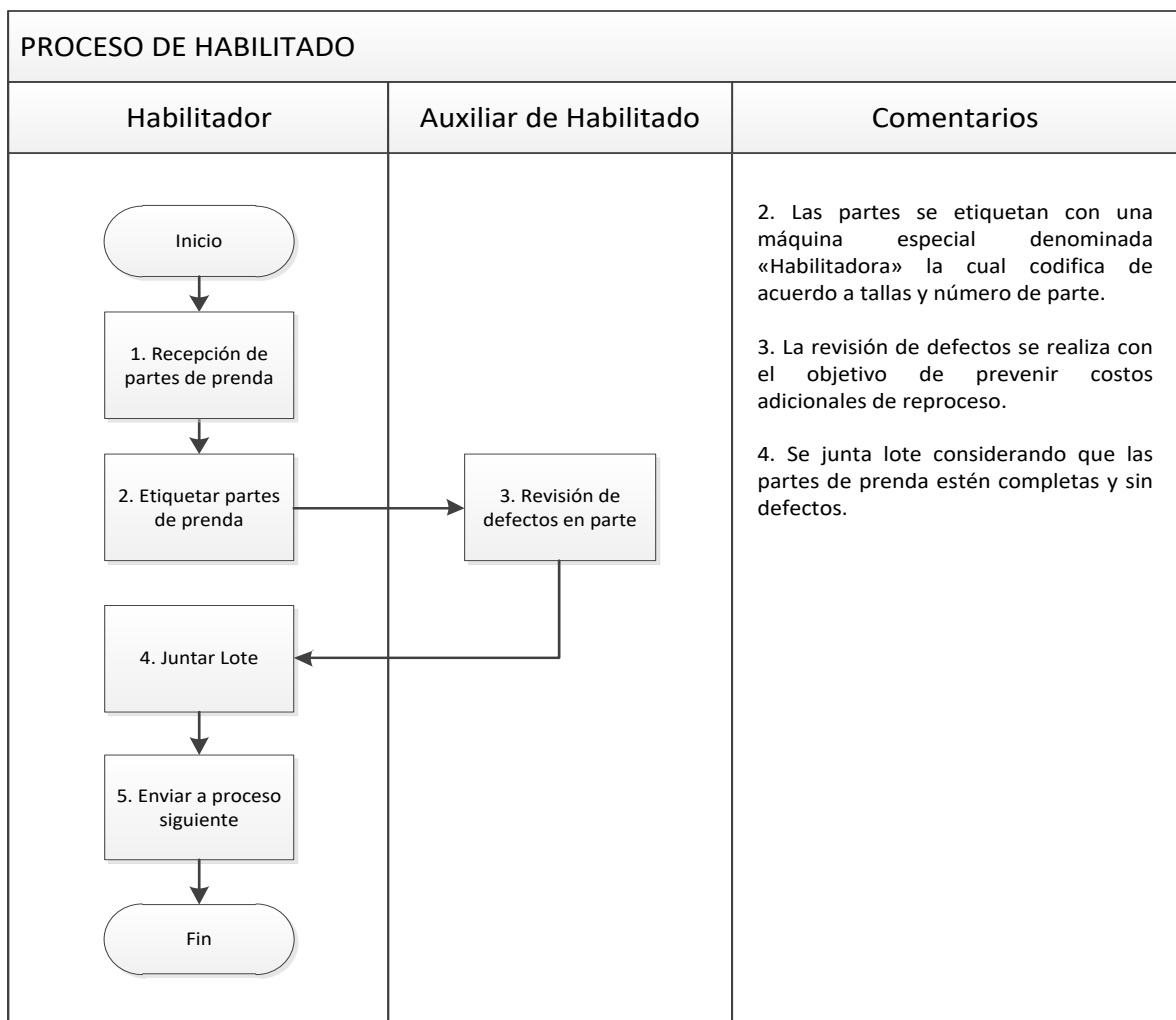


Ilustración 21: Diagrama de Flujo proceso de Habilitado – Nivel 2

FUENTE: Elaboración propia

- **Bordado**

Definición: El proceso de Bordado es uno de los servicios de aplicación que brinda la empresa a sus clientes. Consiste en coser mediante una máquina automática la figura o logo en un lugar específico a gusto del cliente.

Alcance: El proceso inicia con el recojo o recepción de partes de prenda a bordar y culmina con el logo requerido en parte.

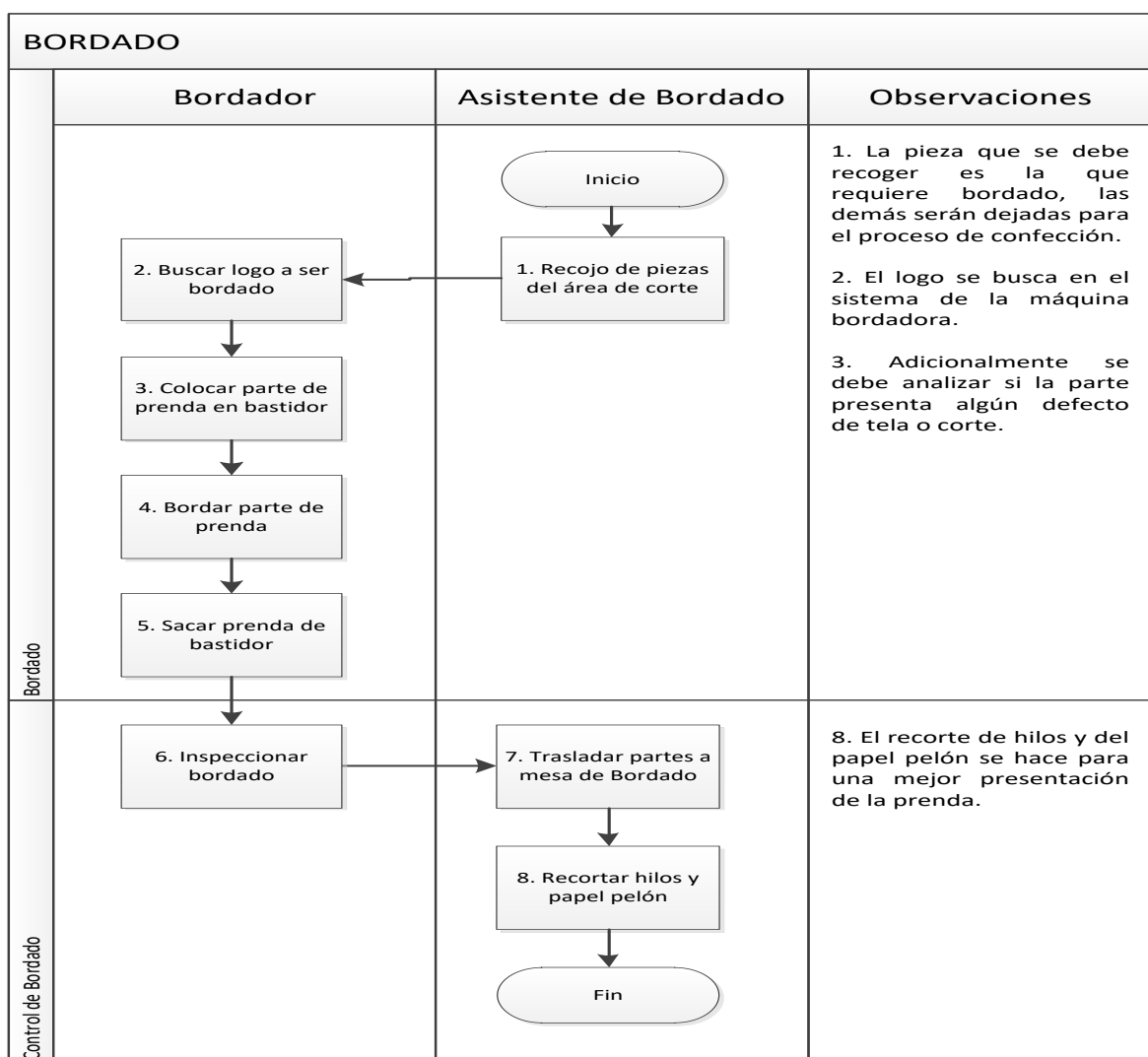


Ilustración 22: Diagrama de Flujo del proceso de Bordado – Nivel 2

- **Confección**

Definición: El proceso de Confección es el conjunto de actividades desarrolladas con el fin de unir, mediante hilo de costura, las partes de prenda requeridas en el diseño de la prenda.

Alcance: El proceso inicia con el recojo o recepción de partes de prenda a confeccionar y culmina con la entrega del producto final.

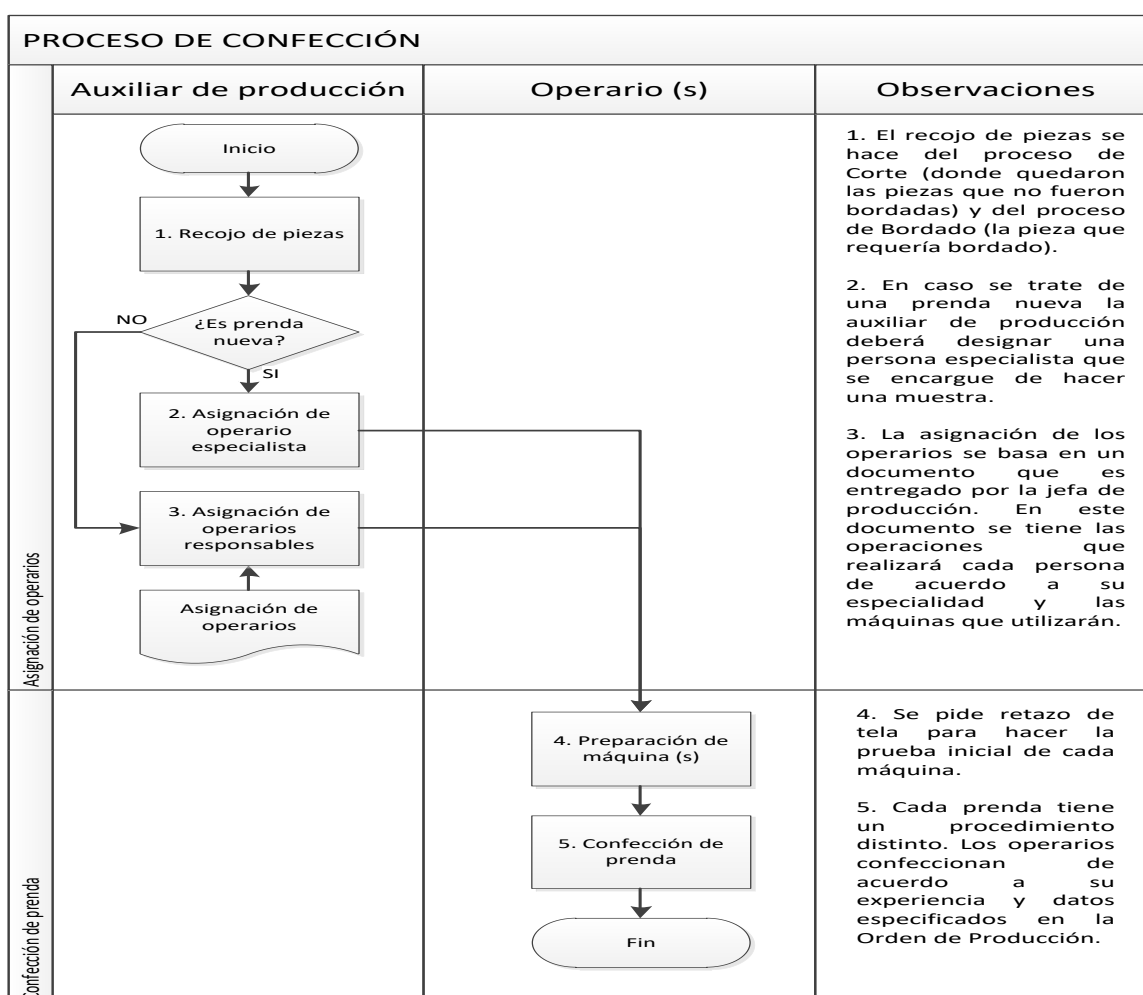


Ilustración 23: Diagrama de Flujo del proceso de Confección – Nivel 2

FUENTE: Elaboración propia

Supervisión de Estampado y Sublimado

Definición: El proceso de Supervisión de Estampado y Sublimado es un servicio adicional de aplicación que brinda la empresa a sus clientes; sin embargo, a diferencia del Bordado, éste es tercerizado. Consiste en reproducir imágenes, logos o figuras sobre un lugar específico a gusto del cliente mediante la transferencia de tinta.

Alcance: El proceso inicia con la búsqueda de talleres a realizar tercerizado y culmina con la entrega de las prendas estampados y/o sublimadas.

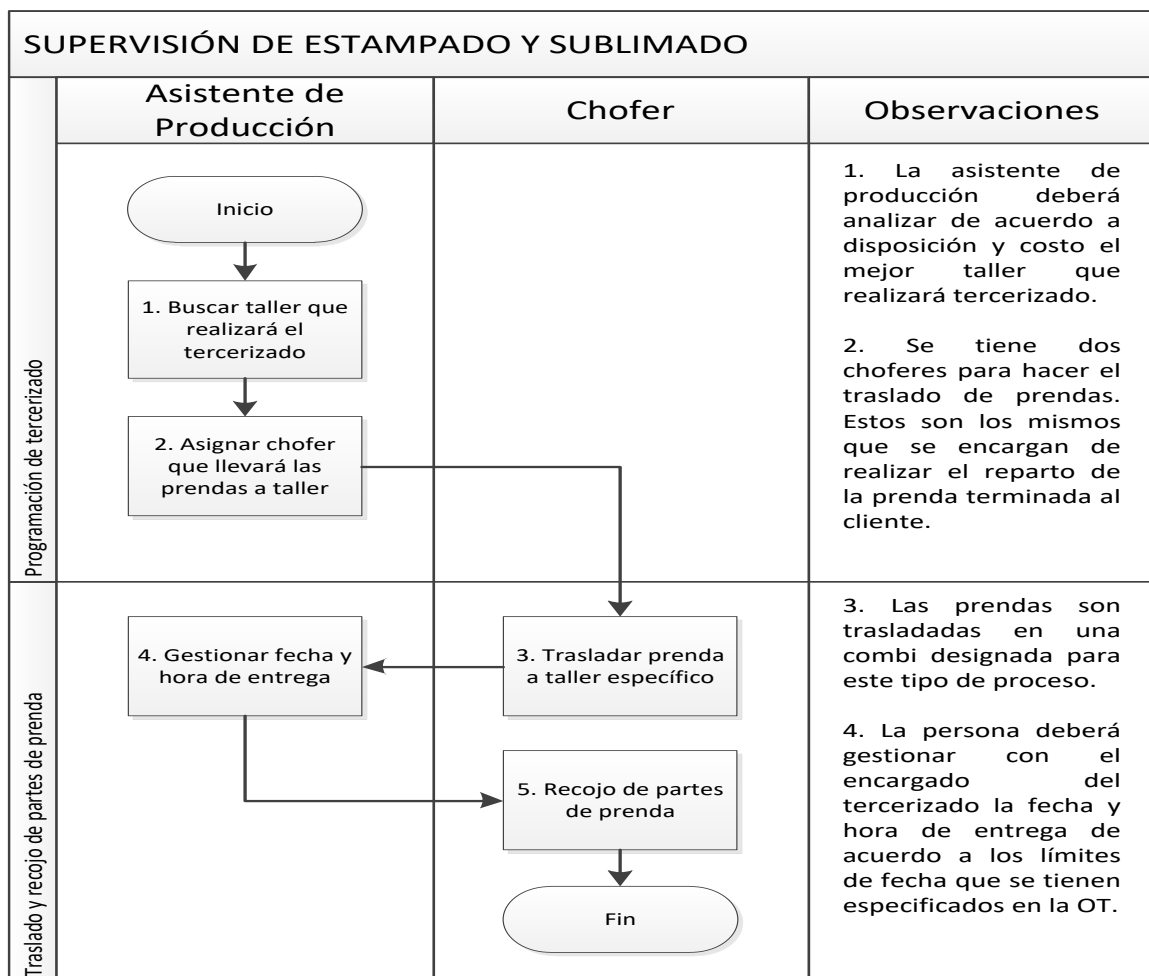


Ilustración 24: Diagrama de Flujo del proceso de Supervisión de Estampado y Sublimado – Nivel 2

FUENTE: Elaboración propia

- **Acabados**

Definición: El proceso de Acabados es aquel donde la prenda terminada recibe los últimos detalles antes de ser entregado al cliente.

Alcance: El proceso inicia con la recepción de prenda terminada y terminado con el embalado de lote requerido por cliente.

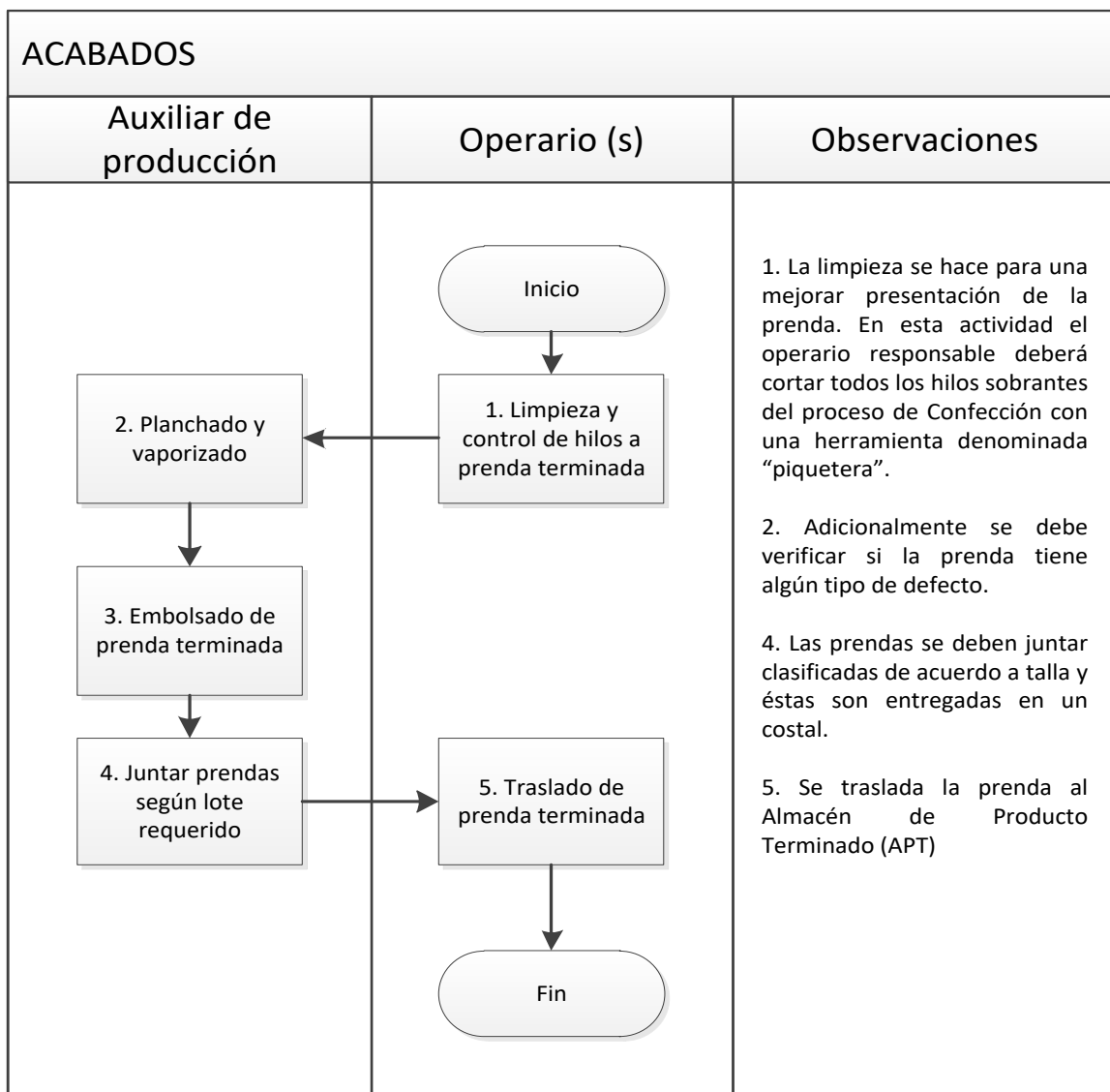


Ilustración 25: Diagrama de Flujo del proceso de Acabados – Nivel 2

FUENTE: Elaboración propia

3.3 Factor Edificio

En la actualidad, la distribución física de la instalación, se encuentra configurada de acuerdo a un Sistema Híbrido, en esta se combina una distribución por procesos y producto, siendo el área de Patronaje y Corte, Habilitado y Bordado por procesos en tanto que Confección y Acabados por producto. En total, se posee 2,316.45 metros cuadrados, siendo el área ocupada por producción solamente el 35% aproximadamente. En la siguiente tabla se muestra el metraje de las áreas ocupadas por proceso identificadas de acuerdo a secciones:

Tabla 6: Área Ocupada por Proceso

Sección	Proceso	Subproceso	Área ocupada (M2)
SECCIÓN A (209.29 m2)	Recepción e inspección de MP	-	33.8
	Corte y Patronaje	Corte 1	40.05
		Corte 2	36.81
		Patronaje	19.99
	Área no utilizada	-	78.64
SECCIÓN B (192.77 m2)	Habilitado	-	25.49
	Almacén de MP	-	63.83
	Libre Utilización	-	103.45
SECCIÓN C (259.77 m2)	Confección y Acabados	Confección	161.41
		Acabados	98.36
SECCIÓN D (173.17 m2)	Bordado	-	83.83
	Máquinas Textiles	-	89.34
SECCIÓN E (23.75 m2)	Almacén de Producto Terminado (APT)	-	23.75

FUENTE: Elaboración propia

3.3.1 Distribución de Planta General (Actual)

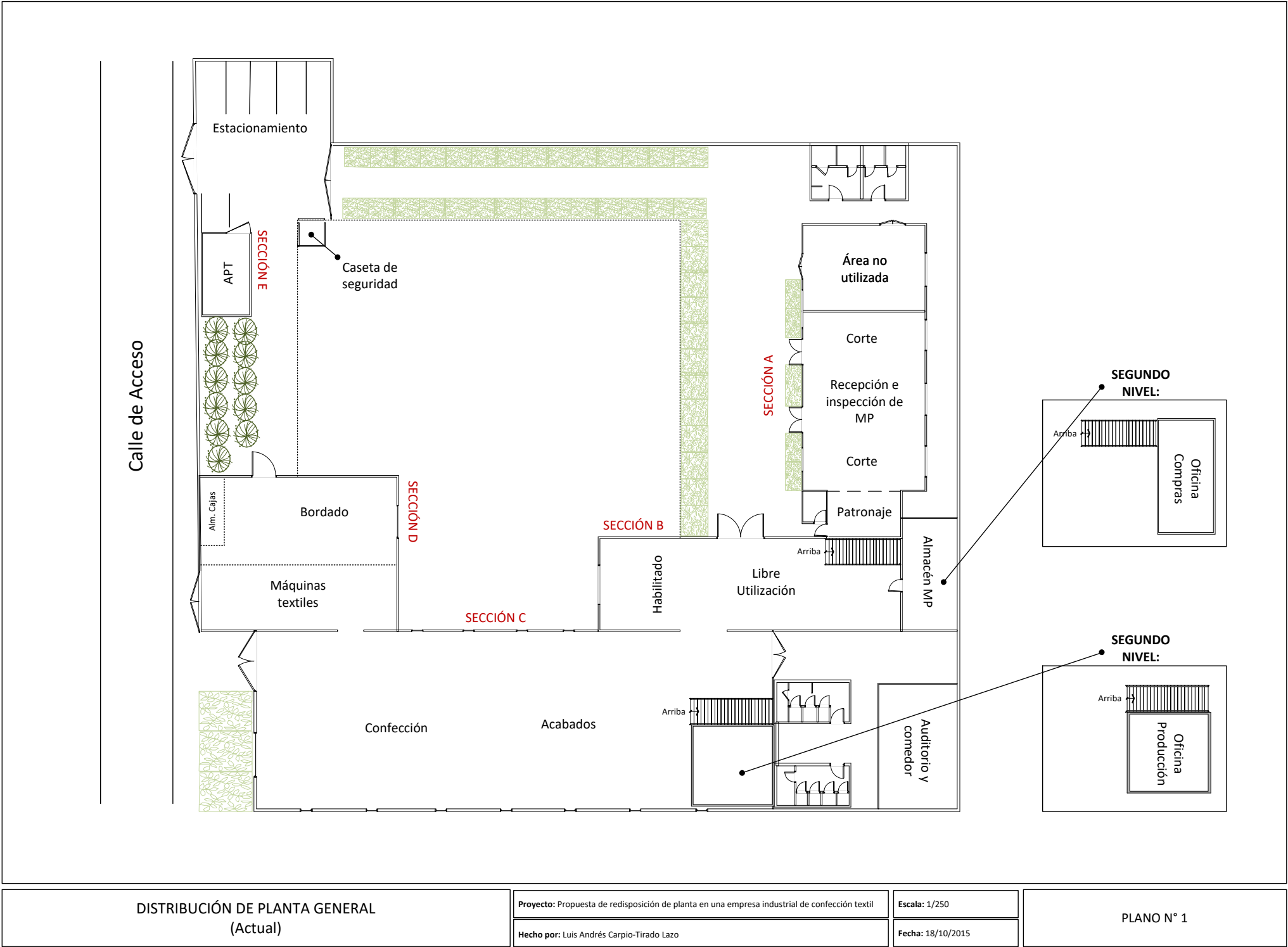
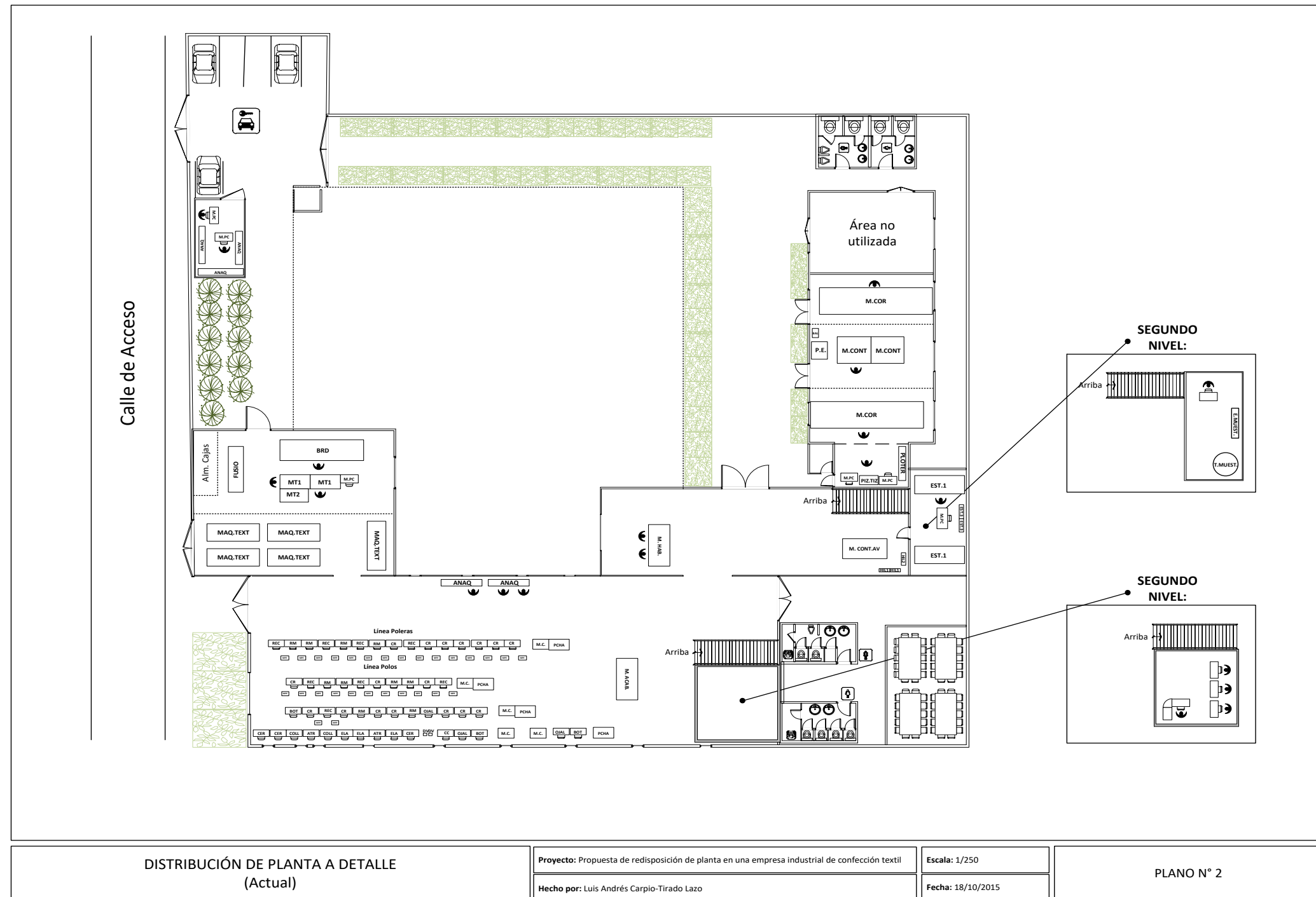


Ilustración 26: Distribución general actual
FUENTE: Elaboración propia

3.3.2 Distribución de Planta a Detalle (Actual)



Algunas imágenes acerca de la distribución de planta a detalle son mostradas a continuación:



Ilustración 28: Área Corte - Sección A



Ilustración 29: Patronaje - Área Corte - Sección A



Ilustración 30: Líneas de Producción - Sección C



Ilustración 31: Oficina Producción - Sección C



Ilustración 32: Área Bordado - Sección D



Ilustración 33: Máquinas Textiles - Área Bordado - Sección D

3.4 Factor Servicio

3.4.1 Instalaciones Sanitarias

En la norma IS.010: “Instalaciones sanitarias para edificaciones” se indica lo siguiente respecto a la cantidad de instalaciones sanitarias en plantas industriales:

“En las plantas industriales, todo lugar de trabajo debe estar previsto de servicios sanitarios adecuados y separados para cada sexo”. Adicionalmente a esta información, se muestra la relación mínima que debe existir entre el número de trabajadores y el de servicios sanitarios la cual es mostrado a continuación:

Tabla 7: Relación mínima entre número de trabajadores y servicios sanitarios

Trabajadores	<i>Inod.</i>	<i>Lav.</i>	<i>Duch.</i>	<i>Urin.</i>	<i>Beb.</i>
1 a 9	1	2	1	1	1
10 a 24	2	4	2	1	1
25 a 49	3	5	3	2	1
50 a 100	5	10	6	4	2
Por cada 30 adicionales	1	1	1	1	1

Fuente: Norma IS.010

De acuerdo a esta tabla y al número de trabajadores que laboran en la empresa, se debería contar con 3 inodoros, 5 lavaderos, 3 duchas, 2 urinarios y 1 bebedero; sin embargo, la cantidad actual de servicios sanitarios es de 6 inodoros, 6 lavaderos, 2 duchas, 2 urinarios y 0 bebederos por lo que al realizar la nueva disposición se deberá considerar la instalación de un bebedero y una ducha para el personal.

Tabla 8: Relación de servicios sanitarios presentes en la distribución actual

<i>Inod.</i>	<i>Lav.</i>	<i>Duch.</i>	<i>Urin.</i>	<i>Beb.</i>
6	6	2	2	0

Fuente: Elaboración Propia

La distribución de los servicios sanitarios en la disposición de planta actual, son mostrados a continuación:

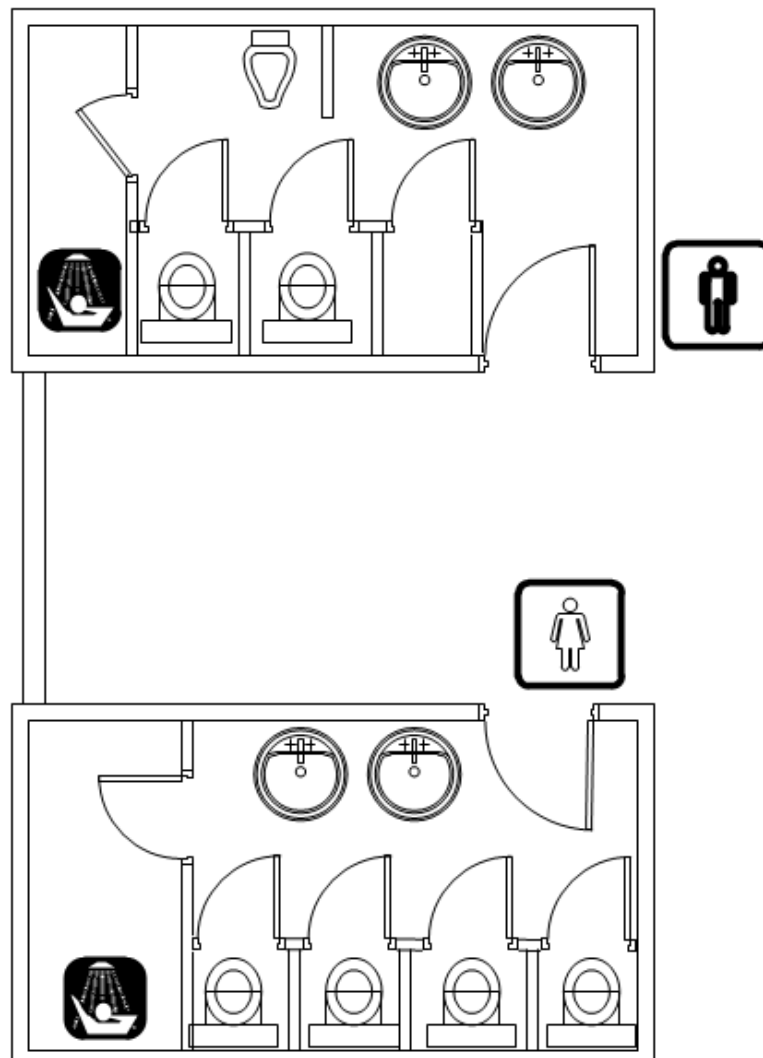


Ilustración 34: Servicios sanitarios disponibles sección A

Fuente: Elaboración Propia

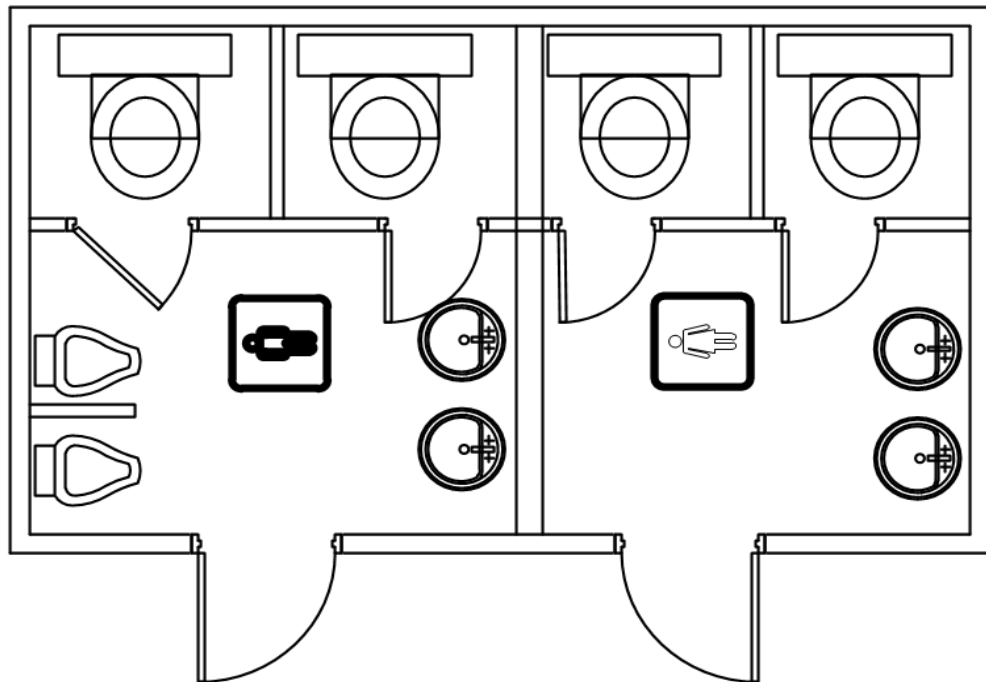


Ilustración 35: Servicios sanitarios disponibles sección B - C
Fuente: Elaboración Propia

3.5 Factor Maquinaria

3.5.1 Maquinaria, Muebles, Enseres y Equipo

La información referente a la maquinaria, equipo y muebles y enseres será de vital importancia para desarrollar la disposición de planta mejorada en las instalaciones de la organización, para esto, a continuación se detallan todas las características dimensionales y ubicación en el diseño de planta actual.

Tabla 9: Detalle Maquinaria, Muebles, Enseres y equipo Producción

ID	Maquinaria	Codificación	Sección	Cant.	Dimensiones		
					A	L	h
Maquinaria	Cortadora Vertical 8"	-	A	1	-	-	-
	Cortadora Vertical 10"	-	A	1	-	-	-
	Costura Recta	CR	C	17	0.52	1.15	1.53
	Remalladora	RM	C	10	0.52	1.15	1.53
	Recubridora	REC	C	8	0.52	1.15	1.53
	Ojaladera	OJAL	C	3	0.52	1.15	1.53
	Botonera	BOT	C	3	0.52	1.15	1.53
	Elastiquera	ELA	C	3	0.52	1.15	1.53
	Collaretera	COLL	C	2	0.52	1.15	1.53
	Atracadora	ATR	C	2	0.52	1.15	1.53
	Cerradora	CER	C	3	0.52	1.15	1.53
	Cortadora de cinta	CC	C	1	0.52	1.15	1.53
	Devanador	DV	C	2	0.472	0.593	1.57
	Plancha y Vaporizado	PCHA	C	4	0.875	1.63	0.78
	Bordadora 15 cabezales	BRD	D	1	1.35	6.14	1.7
	Fusionadora	FUSIO	D	1	0.87	3.65	1.19
	Máquinas Textiles	MAQ.TEXT	D	5	1.42	3.92	2.12
Muebles y Enseres	Mesa de Corte	M.COR	A	2	2.1	8.44	0.81
	Mesa de Control	M.CONT	A	2	2.46	2.1	0.81
	Mesa de Productos en Espera	P.E.	A	1	2.4	1.205	0.8
	Mesa para PC	M.PC	A	2	0.5	0.77	1.22
	Estante de hilos 1	HIL1	B	2	0.3	0.79	1.56
	Estante de hilos 2	HIL2	B	1	0.31	0.99	1.26
	Estante MP 1	EST.1	B	2	3.68	1.4	1.98
	Estante avíos	EST.3	B	2	0.31	1.14	2.08
	Mesa de Conteo de avíos	M.CONT.AV	B	1	1.09	2.22	0.87
	Mesa de Habilidadado	M.HAB.	B	1	1.25	2.79	0.86

	Mesas de producto en espera	MPE	C	28	0.61	0.4	0.52
	Mesa de Control	M.C.	C	5	0.81	1.21	2.04
	Mesa de Acabados	M.ACAB	C	1	1.25	2.79	0.86
	Anaquel	ANAQ	C	2	0.5	3.42	2.4
	Mesa de Trabajo 1	MT1	D	2	1.09	2.22	0.87
	Mesa de Trabajo 2	MT2	D	1	1	2.12	0.95
	Mesa para PC	M.PC	D	1	0.5	0.77	1.22
	Anaquel	ANAQ	E	3	0.5	3.42	2.4
	Mesa para PC	M.PC	E	2	0.5	0.77	1.22
Equipo	Plotter	Plotter	A		0.55	2.75	1.09
	Pizarra de Tizado	PIZ.TIZ	A		0.7	1.42	1.67
	Balanza	BAL	A	1	0.46	0.78	0.58

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2 Descripción de la maquinaria utilizada

A continuación, debido a la relevancia con el proceso productivo, se hace una descripción general de cada maquinaria utilizada en la confección de prendas de vestir. Adicionalmente, en el Anexo 1 se presenta el detalle de la maquinaria utilizada en el proceso productivo respecto a sus características.

Costura recta: La máquina de costura recta, también denominada “de pespunte”, es la máquina más utilizada en la industria de la confección. Su función principal es la de entrelazar un hilo superior con un hilo inferior a través de una tela. Se puede encontrar máquinas de costura recta de una aguja, dos agujas y tres agujas. Las máquinas de dos y tres agujas se denominan “planas”. La maquinaria es útil para realizar operaciones como: pespunte externo, sujeción de etiquetas, atraques de prenda, doblez de basta, etc.



Ilustración 36: Imagen referencial máquina de Costura recta
FUENTE: www.tumaquinadecoser.com

Remalladora: La máquina Remalladora, denominada “Overlock” u “Orilladora”, es también una máquina muy utilizada en la industria de la confección. Esta máquina es utilizada para el ensamble de las partes una vez que han sido cortadas. Su principal beneficio es el ahorro de tiempo, ya que recorta, cose y sobrehíla las prendas. Se puede encontrar máquinas de 3, 4 y 5 hilos. Algunas de las operaciones que realiza esta máquina son: unión de hombros, cierre de costados, pegado de mangas, pegado de cuello, etc.



Ilustración 37: Imagen referencial máquina Overlock
FUENTE: www.tumaquinadecoser.com

Recubridora: Las operaciones donde se puede actuar con esta máquina son: doblez de bastas, costuras centradas, pespuntos ornamentales y decorados especiales a la prenda. Se puede regular para trabajar con 2 o 3 agujas dependiendo del requerimiento que se tenga. A diferencia de la máquina “Overlock”, la máquina Remalladora no corta la tela sobrante y puede unir piezas una encima de otra.



Ilustración 38: Imagen referencial máquina Recubridora
FUENTE: www.rabimport.com

Ojaladora: La función de esta máquina es hacer ojales de diferentes tamaños y formas. Se acciona manualmente y el pedal solo se usa para frenar el ciclo. Existe un tipo particular de ojaladora que es utilizada en la confección de jeans, esta máquina es denominada comúnmente “ojo de chanco” y en caso se requiera el ojal debe ser hecho en forma de lágrima.



Ilustración 39: Imagen referencial máquina Ojaladora
FUENTE: www.titoyarad.cl

Botonera: La función de esta máquina es aplicar los botones de 2 o 4 hoyos con facilidad y reduciendo el tiempo de ciclo del proceso. También puede ser utilizada para poner moños o adornos, etiquetas y otros elementos; sin embargo, principalmente se utiliza para la aplicación de botones.



Ilustración 40: Imagen referencial máquina Botonera
FUENTE: www.rabimport.com

Elastiquera: La función principal de esta máquina es el pegado de pretinas que contienen elástico. Está equipado con un “pooler” lo que permite precisamente elasticar la pretina. Es muy utilizada para la confección de shorts deportivos, pijamas, buzos, entre otros.



Ilustración 41: Imagen referencial máquina Elastiquera
FUENTE: www.titoyarad.cl

Collaretera: Se trata de una máquina similar a la Recubridora. Trabaja con un embudo por donde ingresa la cinta que es doblada haciendo un ribete. Está diseñada especialmente para hacer los ribetes de zonas curvas como cuellos, sisas, mangas, etc.



Ilustración 42: Imagen referencial máquina Collaretera
 FUENTE: casa-campo.alampa.ru

Atracadora: La función de esta máquina es asegurar presillas, bolsillos, aberturas, etc. Es utilizada para realizar puntadas de seguridad de interiores, pegar etiquetas. También es muy utilizada como adorno en la confección de prendas.



Ilustración 43: Imagen referencial máquina Atracadora
 FUENTE: www.rabimport.com

Cerradora: La función de esta máquina es básicamente cerrar costados de polos y pantalones. Por el derecho hace un pespunte de dos hilos y por el revés realiza una costura en cadeneta.



Ilustración 44: Imagen referencial máquina Cerradora
FUENTE: www.titoyarad.cl

Cortadora de cinta: Esta máquina es utilizada para hacer el corte del rollo de tela utilizada para los encintados que se tenga en todo tipo de prenda.



Ilustración 45: Imagen referencial máquina Cortadora de cinta
FUENTE: articulo.mercadolibre.com.mx

Devanador: Esta máquina es utilizada principalmente por el área de Almacén. Su función es hacer el deconado de hilos.

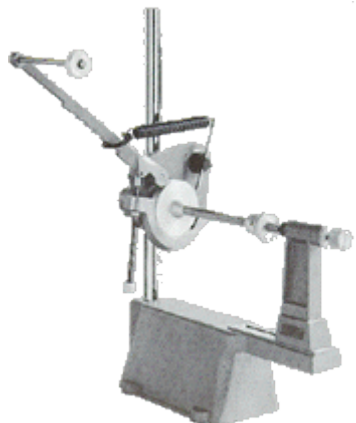


Ilustración 46: Imagen referencial máquina Devanador
FUENTE: industriasmeyra.com

3.6 Factor Humano

En las plantas de confección, donde la mano de obra es vital para llevar a cabo los procesos de producción, es fundamental brindarle las mejores condiciones laborales de tal forma que puedan desenvolverse con mayor eficiencia. A continuación la siguiente tabla nos muestra un listado del personal que labora en la empresa objeto de estudio con sus respectivas características:

Tabla 10: Detalle personal Producción

<i>Factor Humano</i>				
<i>Nombre</i>	<i>P.T.</i>	<i>Responsabilidad</i>	<i>Clasificación MO</i>	<i>Experiencia</i>
<i>Sr. Sergio</i>	<i>Sección A</i>	<i>Corte</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Leny</i>	<i>Sección A</i>	<i>Corte</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>

<i>Srta. Rosa</i>	<i>Sección A-B</i>	<i>Habilitado de prendas</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Srta. Pamela</i>	<i>Sección A-B</i>	<i>Habilitado de prendas</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Srta. Carla</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Sr. Judith</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Gladis</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Srta. Marisol</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Srta. Yilari</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Elizabeth</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Carmen</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Baja</i>
<i>Srta. Rosa</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Sra. Rosa</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Imelda</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Reina</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Erika</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Luzgarda</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Sr. Gean Franco</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Sra. Verónica</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Sra. Esther</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Sra. Claudia</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Milagros</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Baja</i>
<i>Srta. Matilde</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Baja</i>
<i>Srta. Rosario</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Srta. Nathaly</i>	<i>Sección C</i>	<i>Confección</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Srta. Carolina</i>	<i>Sección D</i>	<i>Bordado</i>	<i>Directa</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Geovana</i>	<i>Sección D</i>	<i>Bordado</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Srta. Leonela</i>	<i>Sección D</i>	<i>Bordado</i>	<i>Directa</i>	<i>Media</i>
<i>Srta. Milaydi</i>	<i>Sección A-B</i>	<i>Almacén</i>	<i>Indirecta</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Rosmery</i>	<i>Sección A-B</i>	<i>Logística de Entrada</i>	<i>Indirecta</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Stefany</i>	<i>Sección C</i>	<i>Asistente de producción</i>	<i>Indirecta</i>	<i>Media</i>
<i>Sra. Paty</i>	<i>Sección C</i>	<i>Jefa de producción</i>	<i>Indirecta</i>	<i>Alta</i>
<i>Srta. Rosa</i>	<i>Sección D</i>	<i>Logística de Salida</i>	<i>Indirecta</i>	<i>Alta</i>

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla, se observa que gran cantidad de personas son necesarias dentro del proceso de Confección, representando cerca del 60%:

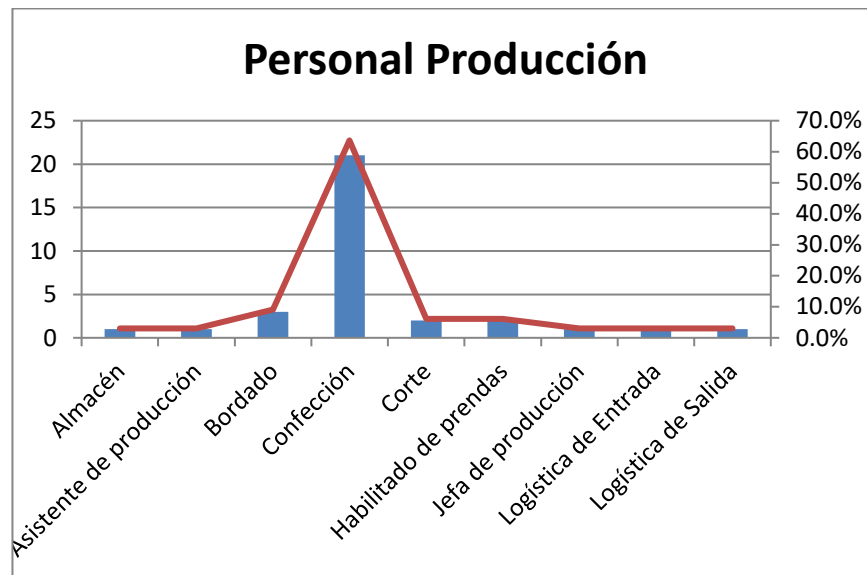


Ilustración 47: Personal Producción en base a responsabilidad
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la clasificación de mano de obra, se puede observar que existen 28 personas que se les identifica claramente con la producción de los bienes y 5 personas que no son de fácil identificación a estos.



Ilustración 48: Clasificación personal Producción
Fuente: Elaboración Propia

Para la disposición de planta propuesta habrá que considerar el personal involucrado en cada sección de trabajo para que no se tenga futuros problemas respecto al flujo de personas en los diferentes centros de trabajo.

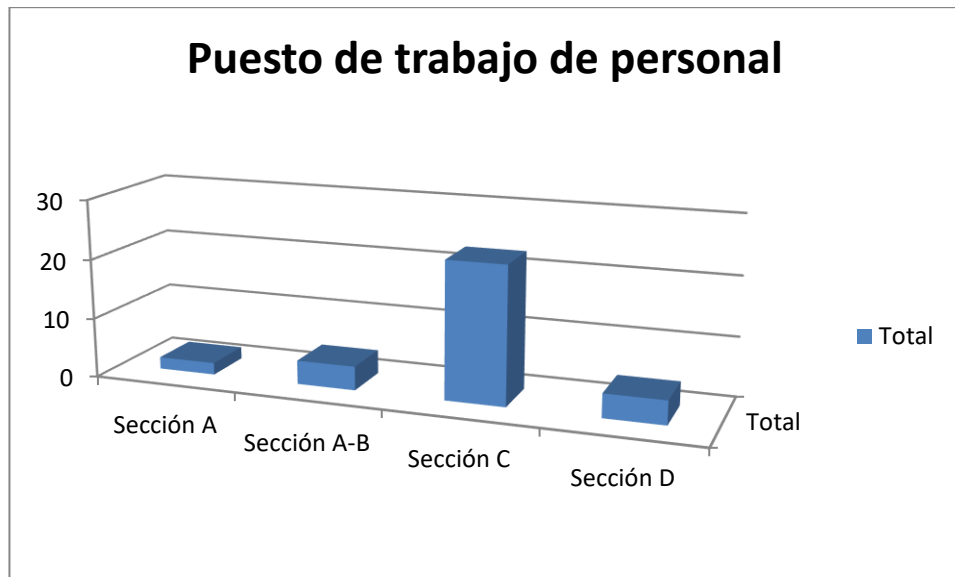


Ilustración 49: Personal Producción por puesto de trabajo
Fuente: Elaboración Propia

3.7 Factor Movimiento y Espera

El objetivo de analizar los movimientos hechos por los operarios es eliminar el acarreo innecesario y disminuir el tiempo y esfuerzo que se dedica a este. Para el análisis se requirió el uso de las herramientas tales como el Diagrama de Operaciones del Proceso, Diagrama de Análisis del Proceso y el Diagrama de Recorrido (DR). Todas estas herramientas nos permitirán entender mejor la actual disposición de tal manera que se pueda proponer una más efectiva.

3.7.1 Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

- *Producto Principal Familia E*

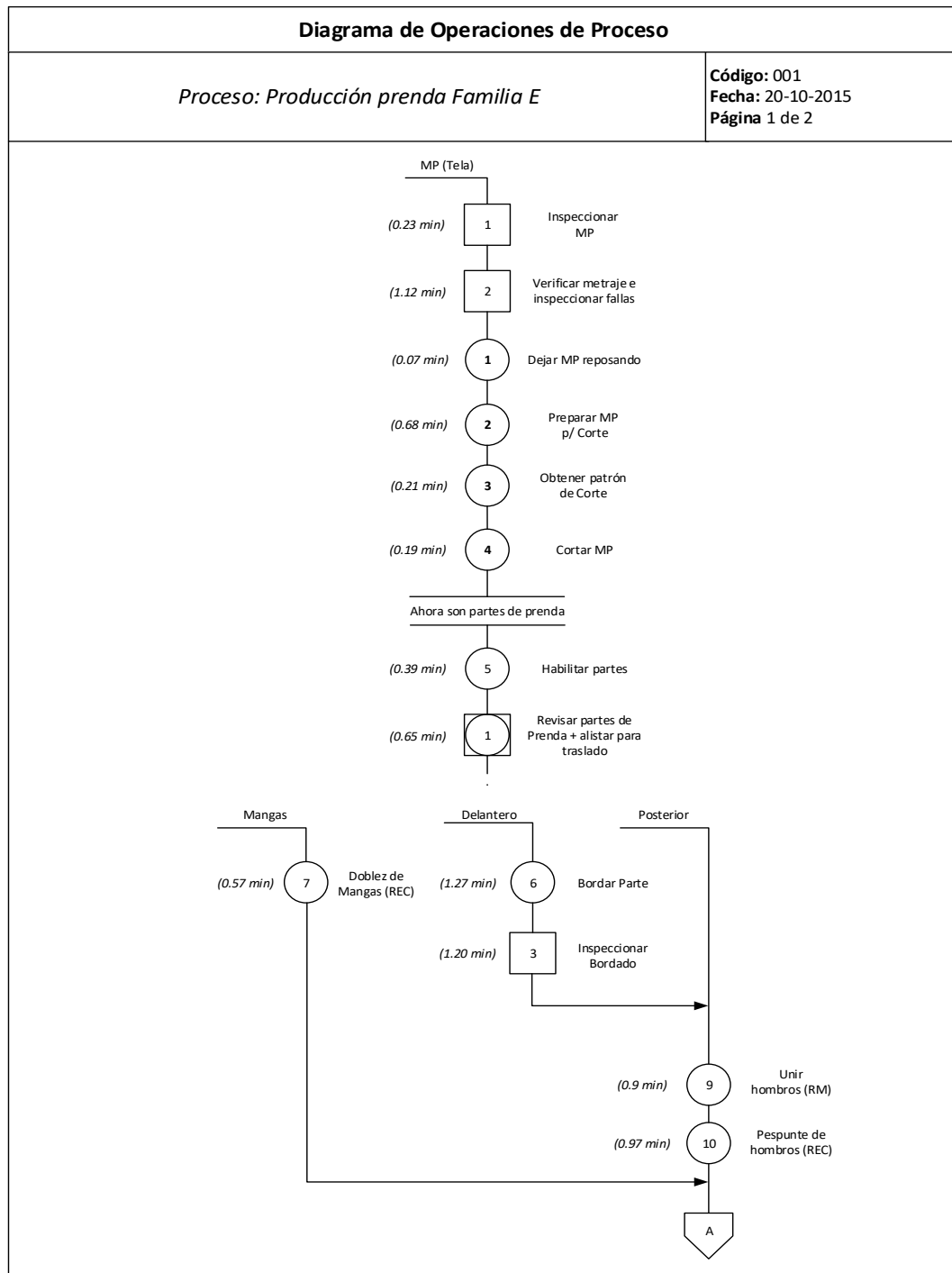


Ilustración 50: Diagrama de Operaciones actual (DOP) Familia E (Parte 1)

Fuente: Elaboración Propia

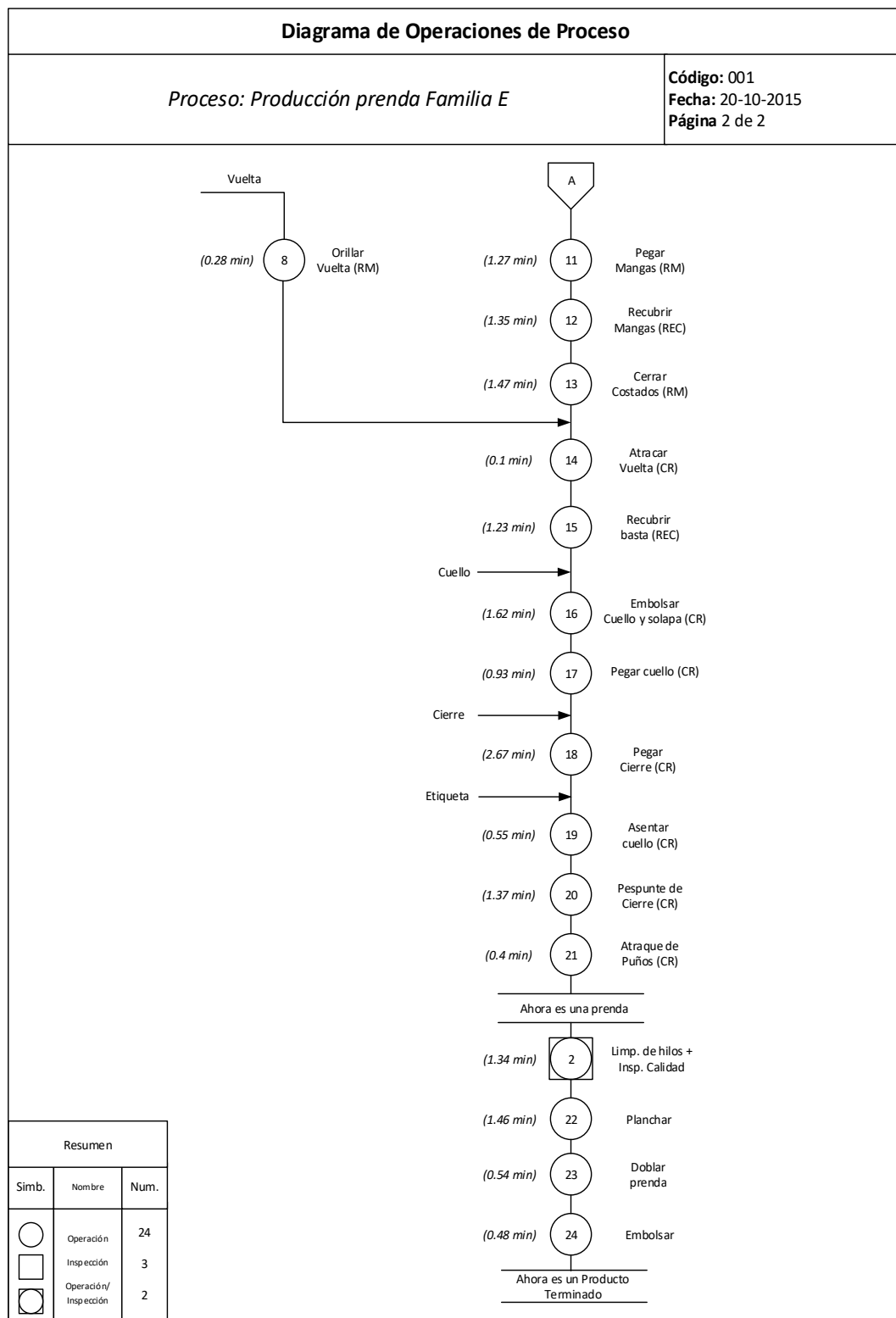


Ilustración 51: Diagrama de Operaciones actual (DOP) Familia E (Parte 2)
 Fuente: Elaboración Propia

- *Producto Principal Familia A*

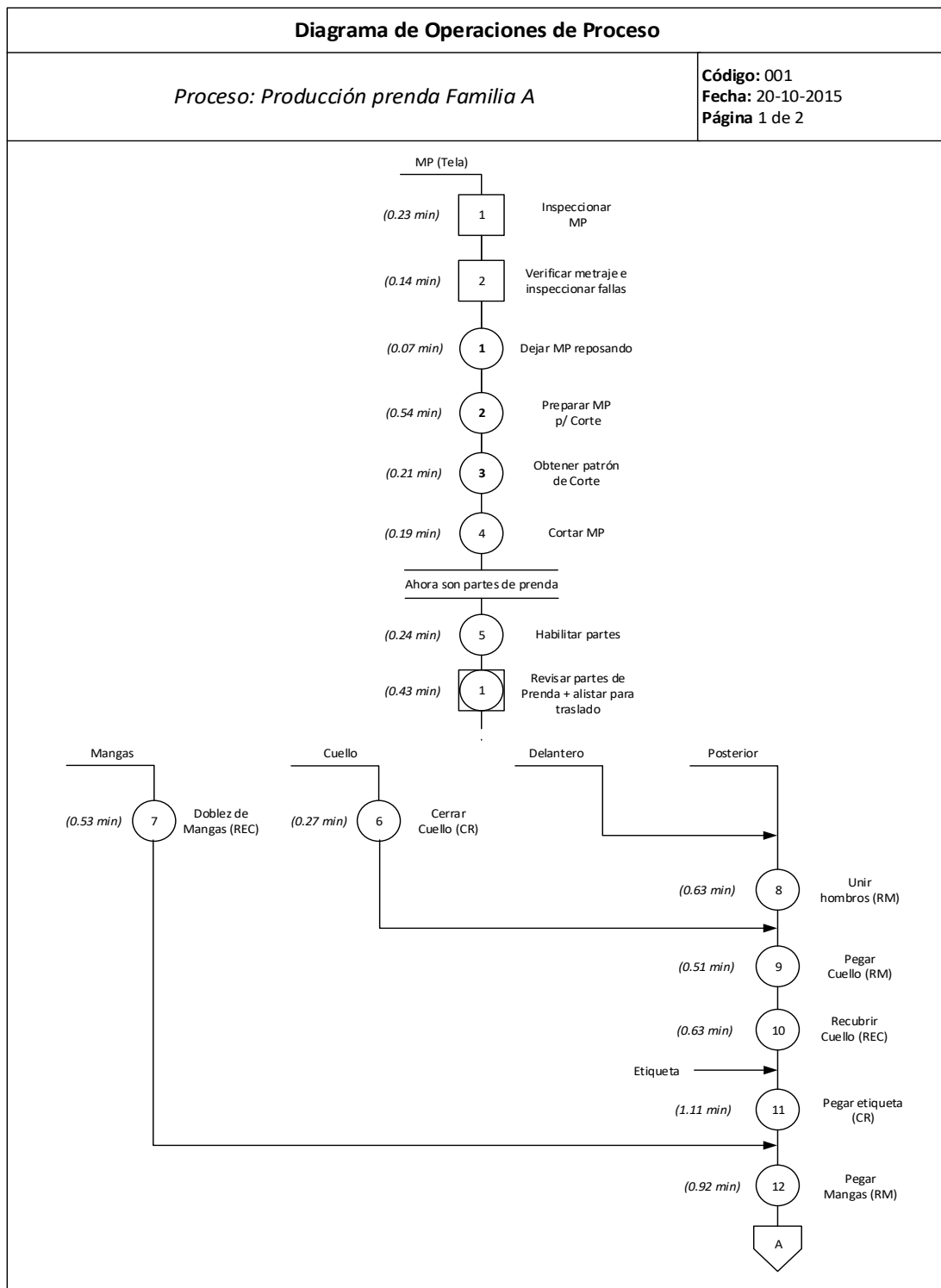


Ilustración 52: Diagrama de Operaciones actual (DOP) Familia A (Parte 1)
 Fuente: Elaboración Propia

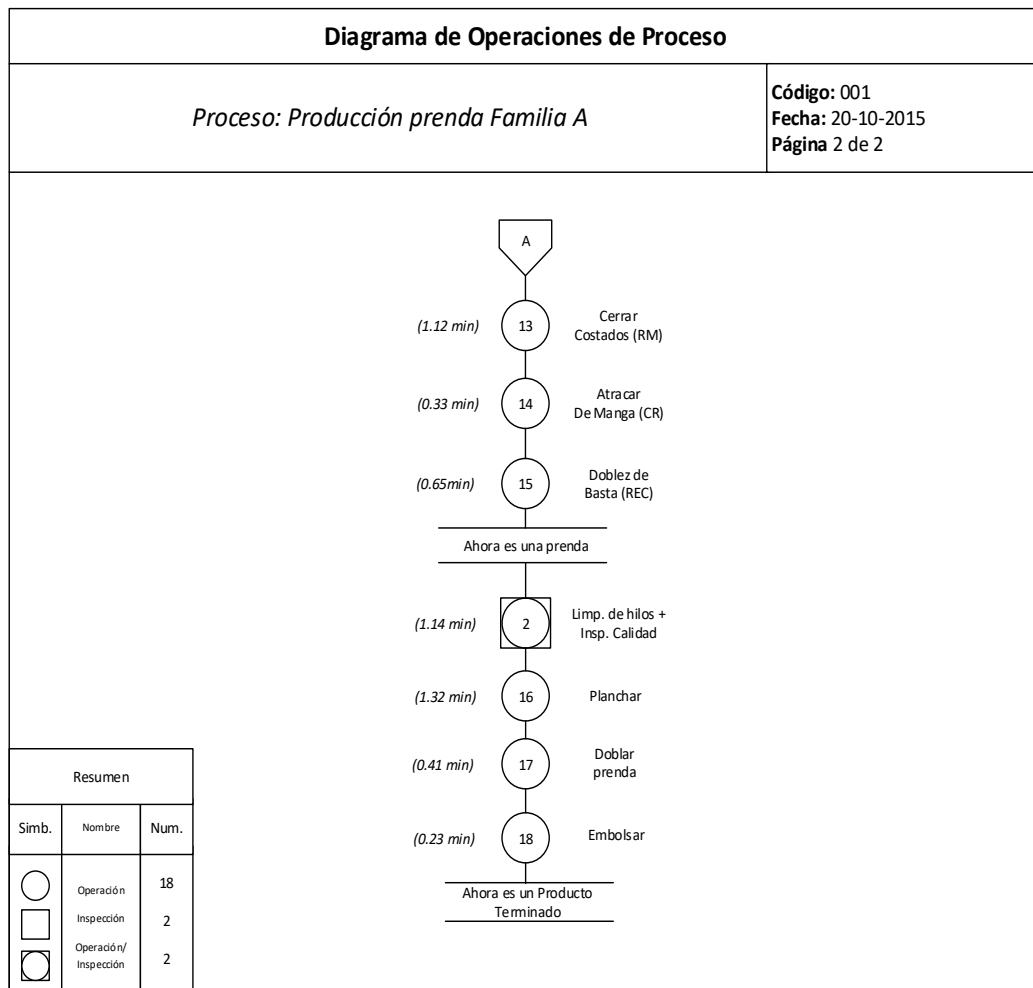


Ilustración 53: Diagrama de Operaciones actual (DOP) Familia A (Parte 2)

Fuente: Elaboración Propia

3.7.2 Análisis del Proceso Actual

- *Producto Principal Familia E*

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO											
Diagrama Nº 1		Hoja num. 1 de 2		Resumen							
Objeto:				Actividad		Actual	Prop.	Economía			
Producto Principal Familia E				Operación	○	26	-	-			
Proceso: Recepción, Corte, Habilitado, Bordado y Confección de prenda				Transporte	⇒	11	-	-			
				Espera	□	2	-	-			
				Inspección	□	4	-	-			
Método: Actual/Propuesto				Almacenamiento	▽	0	-	-			
				Distancia:		424.23	-	-			
Lugar: Planta de producción				Tiempo (min-hombre)		36.61	-	-			
Operario (s): Operarios de Producción				Costo		-	-	-			
				Mano de obra		-	-	-			
Elaborado por: Luis A. Fecha: 21/10/2015				Material		-	-	-			
				Total							
Descripción		Medio/ equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
						○	⇒	□	▽		
1. Recoger Materia Prima del área de recepción y dirigirla a área de inspección.		-	1	142.66	2.68		●				Lo realiza personal de Compras. Se considera traslado de ida y de vuelta
2. Inspeccionar Materia Prima.		-	1		0.23				●		
3. Transportar a mesa de control.		-	1	17.17	0.34		●				
4. Verificar metraje e inspeccionar fallas.		Manual	1		1.12				●		
6. Transportar a almacenaje temporal.		-	1	17.17	0.34		●				
7. Dejar MP reposando en piso.		-	1		0.07	●					La MP se deja reposando con la finalidad de evitar encogimientos futuros de la prenda.
8. Recoger Materia Prima de almacenaje temporal.		-	1	40.8	0.81		●				Lo realiza operario de Corte. Se considera traslado de ida y de vuelta
14. Preparar Materia Prima para Corte.		Manual	1		0.68	●					Dobla tela, tienda capa y fija tela
15. Transportar MP a Patronaje.		-	1	5.14	0.10		●				
16. Obtener patrón de Corte.		Ploter	1		0.23	●					
17. Transportar a mesa de Corte.		-	1	5.14	0.10		●				
18. Cortar Materia Prima.		Cortadora	1		0.28	●					
[Cambio de Estado de MP]											
19. Esperar recojo de partes de prendas.		-	1		2.00				●		
20. Recoger Partes de Prenda del área de Corte.		-	1	18.15	0.36		●				Lo realiza Operario de Habilitado. Se considera traslado de ida y de vuelta
23. Habilitar partes de prenda.		Habilitadora	8		0.39	●					
24. Revisar parte de prenda.		Manual	8		0.51				●		
25. Alistar partes para traslado.		Manual			0.14	●					
26. Recoger delantero izquierdo para Bordar parte.		-	1	90.3	1.79		●				
VAN...											

Ilustración 54: Diagrama de Análisis del Proceso actual (DAP) Familia E (Parte 1)

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO										
Diagrama Nº 1 Hoja num. 2 de 2			Resumen							
Objeto: Producto Principal Familia E			Actividad		Actual	Prop.	Economía			
			Operación	○	26	-	-			
Proceso: Recepción, Corte, Habilitado, Bordado y Confección de prenda			Transporte	⇒	11	-	-			
			Espera	□	2	-	-			
			Inspección	□	4	-	-			
Método: Actual/Propuesto			Almacenamiento	▽	0	-	-			
			Distancia:		424.23	-	-			
Lugar: Planta de producción			Tiempo (min-hombre)		36.61	-	-			
Operario (s): Operarios de Producción			Costo		-	-	-			
			Mano de obra		-	-	-			
Elaborado por: Luis A. Fecha: 21/10/2015			Material		-	-	-			
			Total							
Descripción	Medio/ equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
					○	⇒	□	▽		
... VIENEN										
27. Bordar parte.	Bordadora	1		1.27	●					Capacidad para 15 prendas
28. Inspeccionar prenda + recortar hilos + recortar papel pelón.	Piquetera			1.20				●		
29. Recoger partes de prenda del área de Habilitado.	-	1	73.4	1.45		●				Lo realiza operario de Confecciones. Se considera traslado de ida y de vuelta
30. Esperar pieza de Bordado.	-	1		1.00			●			
31. Trasladar piezas a área de Confecciones.	-	1	12.3	0.24		●				Personal de Bordado
32. Hacer doblez de mangas.	REC	2		0.57	●					Preparado
33. Preparar vuelta.	RM	2		0.28	●					Preparado
34. Unir hombros.	RM	2		0.9	●					
35. Pespunte de hombros.	REC	2		0.97	●					
36. Pegar mangas.	RM	2		1.27	●					
37. Recubrir mangas.	REC	2		1.35	●					
38. Cerrar costados.	RM	2		1.47	●					
39. Atracar vuelta.	CR	2		0.1	●					
40. Recubrir basta.	REC	1		0.76	●					
41. Embolsar cuello y solapa.	CR	1		1.62	●					
42. Pegar cuello.	CR	1		0.93	●					
43. Pegar cierre.	CR	1		2.67	●					
44. Acentar cuello.	CR	1		0.55	●					
45. Hacer pespunte de cierre.	CR	1		1.37	●					
46. Atracar puños.	CR	2		0.4	●					
47. Limpiar hilos + inspeccionar calidad.	Piquetera	1		1.34	●					
48. Planchar prenda	Plancha	1		1.46	●					
49. Transportar prenda a mesa de acabados	-	1	2	0.24		●				
50. Doblar prenda	Manual	1		0.54	●					
51. Embolsar prenda	Manual	1		0.48	●					
[Perchaminati]										
Total			424.23	36.61	26	11	2	4	0	

Ilustración 55: Diagrama de Análisis del Proceso actual (DAP) Familia E (Parte 2)

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado del análisis del Diagrama de Análisis del Proceso para la Familia E se determina que el tiempo de ciclo tiene una duración de 36.61 minutos. Se realizan 26 operaciones, 11 traslados, 2 esperas y 4 inspecciones. Un punto importante a observar es que los traslados se realizan de manera manual; es decir, no

se tiene ningún sistema de transporte eficaz el cual pueda reducir el esfuerzo y traslados entre departamentos.

- *Producto Principal Familia A*

Diagrama N° 2					Hoja num. 1 de 2					DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO				
Objeto: Producto Principal Familia A					Resumen					Economía				
					Actividad		Actual	Prop.						
					Operación	○	20	-						
					Transporte	⇒	11	-						
					Espera	D	2	-						
Proceso: Recepción, Corte, Habilitado, Bordado y Confección de prenda					Inspección	□	3	-	-					
					Almacenamiento	▽	0	-	-					
Método: Actual/Propuesto					Distancia:		590.83	-	-					
					Tiempo (min-hombre)		505.220	-	-					
Lugar: Planta de producción					Costo		-	-	-					
					Mano de obra		-	-	-					
Operario (s): Operarios de Producción					Material		-	-	-					
					Total									
Elaborado por: Luis A.		Fecha: 21/10/2015												
Descripción		Medio/ equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones			
						○	⇒	D	□	▽				
1. Recoger Materia Prima del área de recepción y dirigirla a área de inspección.		-	1	142.66	2.68		●				Lo realiza personal de Compras. Se considera traslado de ida y de vuelta			
2. Inspeccionar Materia Prima.		-	1		0.23				●					
3. Transportar a mesa de control.		-	1	17.17	0.34		●							
4. Verificar metraje e inspeccionar fallas.		Manual	1		0.14				●					
6. Transportar a almacenaje temporal.		-	1	17.17	0.34		●							
7. Dejar MP reposando en piso.		-	1		0.07	●					La MP se deja reposando con la finalidad de evitar encogimientos futuros de la prenda.			
8. Recoger Materia Prima de almacenaje temporal.		-	1	40.8	0.81		●				Lo realiza operario de Corte. Se considera traslado de ida y de vuelta			
14. Preparar Materia Prima para Corte.		Manual	1		0.54	●					Dobla tela, tienda capa y fija tela			
15. Transportar MP a Patronaje.		-	1	5.14	0.10		●							
16. Obtener patrón de Corte.		Ploter	1		0.21	●								
17. Transportar a mesa de Corte.		-	1	5.14	0.10		●							
18. Cortar Materia Prima.		Cortadora	1		0.19	●								
[Cambio Estado de MP]														
19. Esperar recojo de partes de prendas.		-	1		1.75				●					
20. Recoger Partes de Prenda del área de Corte.		-	1	18.15	0.36		●				Lo realiza Operario de Habilitado. Se considera traslado de ida y de vuelta			
VAN...														

Ilustración 56: Diagrama de Análisis del Proceso actual (DAP) Familia A (Parte 1)

Fuente: Elaboración Propia

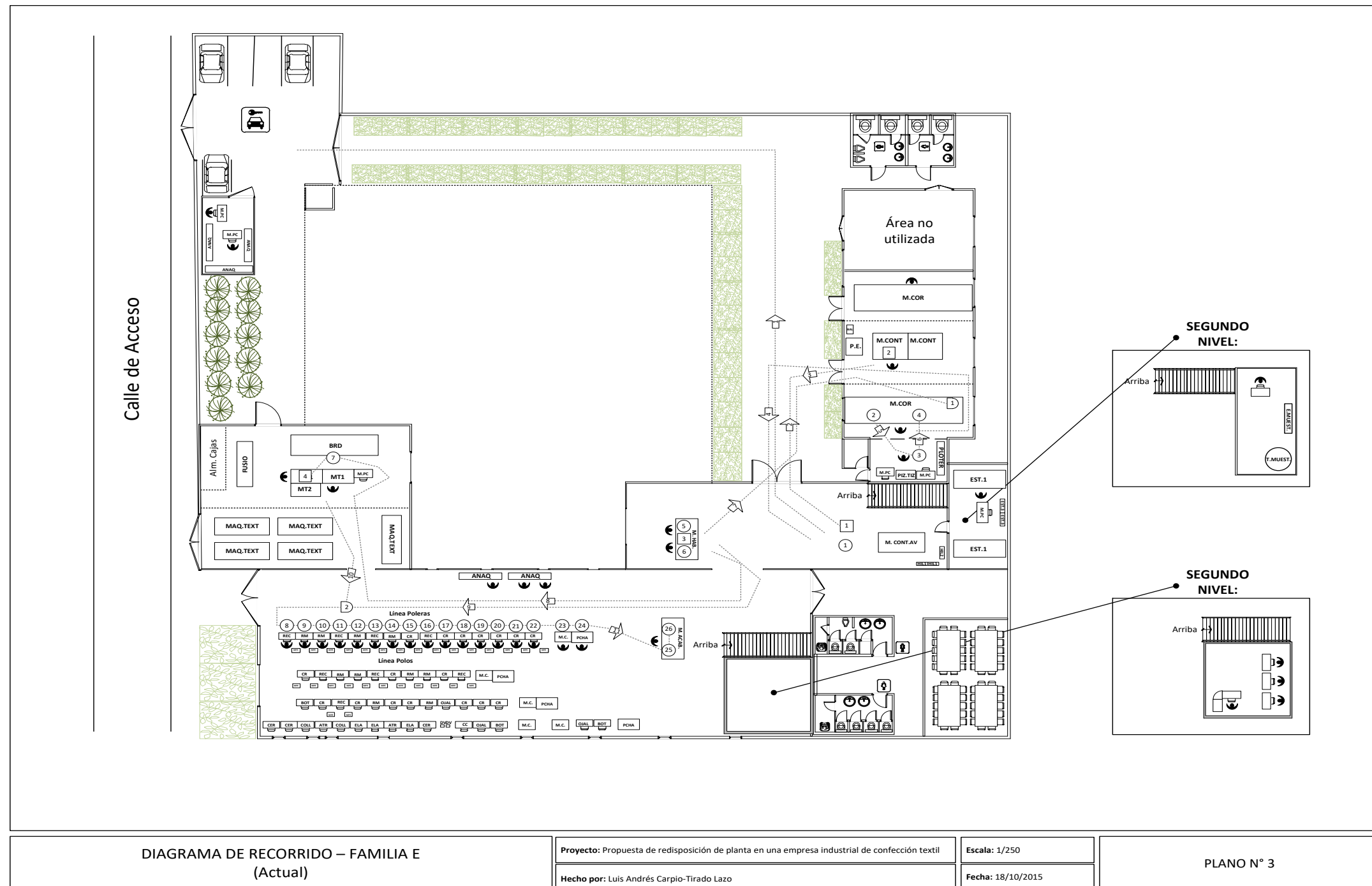
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO										
Diagrama N° 2		Hoja num. 2 de 2		Resumen						
Objeto: Producto Principal Familia A				Actividad		Actual	Prop.	Economía		
				Operación	○	20	-	-		
Proceso: Recepción, Corte, Habilitado, Bordado y Confección de prenda				Transporte	⇒	11	-	-		
				Espera	D	2	-	-		
				Inspección	□	3	-	-		
				Almacenamiento	▽	0	-	-		
Método: Actual/Propuesto				Distancia:		590.83	-	-		
Lugar: Planta de producción				Tiempo (min-hombre)		505.22	-	-		
Operario (s): Operarios de Producción				Costo		-	-	-		
				Mano de obra		-	-	-		
Elaborado por: Luis A. Fecha: 21/10/2015				Material		-	-	-		
				Total						
Descripción	Medio/ equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
					○	⇒	D	□	▽	
... VIENEN										
23. Habilitar partes de prenda.	Habilitadora	8		0.24	●					
24. Revisar parte de prenda.	Manual	8		0.32					●	
25. Alistar partes para traslado.	Manual	-		0.11	●					
26. Alistar delantero y transportar a taller de tercerizado.	-	1	179.66	3.33		●				Lo realiza Asistente de Producción.
29. Recoger partes de prenda del área de Habilitado.		1	73.4	1.45		●				Lo realiza operario de Confecciones. Se considera traslado de ida y de vuelta
28. Esperar pieza de Estampado/Sublimado		1		480				●		
26. Recepcionar delantero estampado/sublimado y llevar al área de Confección.	-	1	89.54	1.76		●				Lo realiza Asistente de Producción.
27. Cerrar cuello	CR	1		0.27	●					
28. Hacer doblez de mangas	REC	2		0.53	●					
29. Unir hombros	RM	2		0.63	●					
30. Pegar cuello	RM	1		0.51	●					
31. Recubrir cuello	REC	1		0.63	●					
32. Pegar etiqueta/Encintar cuello	CR	1		1.11	●					
33. Pegar mangas	RM	2		1.03	●					
34. Cerrar costados	RM	2		1.12	●					
35. Atracar mangas	CR	2		0.33	●					
36. Doblar basta	REC	1		0.65	●					
37. Limpiar hilos + inspeccionar calidad.	Piquetera	1		1.14	●					
38. Planchar prenda	Plancha	1		1.32	●					
39. Transportar a mesa de acabados	-	1	2	0.24		●				
40. Doblar prenda	Manual	1		0.41	●					
41. Embolsar prenda	Manual	1		0.23	●					
[Particularidad]										
Total			590.83	505.22	20	11	2	3	0	

Ilustración 57: Diagrama de Análisis del Proceso actual (DAP) Familia A (Parte 2)

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado del análisis del Diagrama de Análisis del Proceso para la Familia A se determina que el tiempo de ciclo tiene una duración de 505.22 minutos. Se realizan 20 operaciones, 11 traslados, 2 esperas y 3 inspecciones. Al igual que en el análisis de la Familia A se observa que los traslados se realizan de manera manual. Es importante mencionar que en nuestra propuesta será un punto importante analizar un método de acarreo eficiente que disminuya el esfuerzo, número de traslados y por ende, tiempo.

- *Producto Principal Familia E*



- *Producto Principal Familia A*

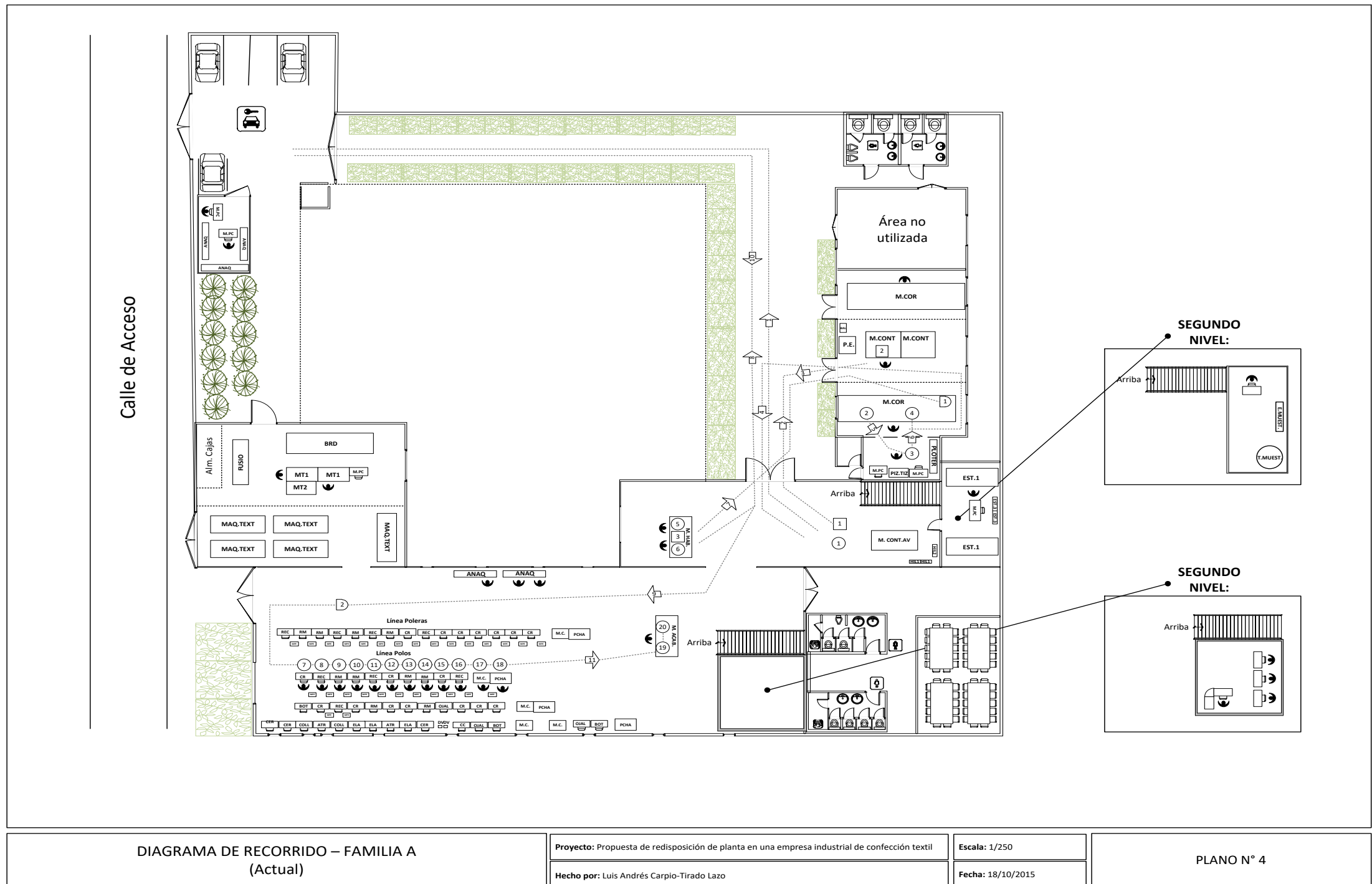


Ilustración 59: Diagrama de Recorrido (DR) Familia A (Actual)
Fuente: Elaboración Propia

3.7.4 Evaluación cuantitativa de transportes

Para evaluar cuantitativamente los transportes que se llevan a cabo en el estado actual de distribución de planta se desarrollará el algoritmo denominado CRAFT.

El punto de partida de este análisis es la evaluación de los flujos. Para esto, se presenta la matriz desde-hacia en base a flujos entre departamentos para la Familia E y A respectivamente:

Tabla 11: Matriz de Flujos Desde-hacia (Actual) para Familia E en Unidades

<i>Matriz de Flujos Desde-hacia (Familia E)</i>							
<i>Desde \ Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		0	0	2	0	0	0
Corte	0		2	6	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		2	2	0
Bordado	0	0	0	0		1	0
Confección	0	0	0	0	0		1
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Matriz de Flujos Desde-hacia (Actual) para Familia A en Unidades

<i>Matriz de Flujos Desde-hacia (Familia A)</i>							
<i>Desde \ Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		0	0	2	0	3	0
Corte	0		2	6	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		0	2	0
Bordado	0	0	0	0		0	0
Confección	0	0	0	0	0		1
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la matriz de flujos se determina los cálculos de la distancia en metros para desplazarse de un departamento a otro. El cálculo se hizo considerando la

información presentada en el Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) para la Familia E y A respectivamente:

Tabla 13: Matriz de Distancias Desde-hacia (Actual) para Familia E

Matriz de Distancias Desde-hacia en metros (Familia E)							
<i>Desde \ Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		0	0	71.33	0	0	0
Corte	0		5.14	15.55	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		45.15	36.7	0
Bordado	0	0	0	0		12.3	0
Confección	0	0	0	0	0		2
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Matriz de Distancias Desde-hacia (Actual) para Familia A

Matriz de Distancias Desde-hacia en metros (Familia A)							
<i>Desde \ Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		0	0	71.33	0	89.5	0
Corte	0		5.14	15.55	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		0	36.7	0
Bordado	0	0	0	0		0	0
Confección	0	0	0	0	0		2
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se presenta la matriz de costos por metro recorrido y el costo asociado al recorrido para las prendas de vestir de la Familia E y A respectivamente:

Tabla 15: Matriz de Costes Desde-hacia (Actual) para Familia E

<i>Matriz de Costos Desde-hacia en Nuevos Soles por metro (Familia E)</i>							
<i>Desde</i> \ <i>Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		0	0	0.0012	0	0	0
Corte	0		0.0012	0.0012	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		0.0012	0.0012	0
Bordado	0	0	0	0		0.0012	0
Confección	0	0	0	0	0		0.0012
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Matriz de Costes Desde-hacia (Actual) para Familia A

<i>Matriz de Costos Desde-hacia en Nuevos Soles por metro (Familia A)</i>							
<i>Desde</i> \ <i>Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		0	0	0.0012	0	0.0012	0
Corte	0		0.0012	0.0012	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		0	0.0012	0
Bordado	0	0	0	0		0	0
Confección	0	0	0	0	0		0.0012
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Los costos asociados para la distribución de planta actual son mostrados a continuación:

Costo Asociado (Fam. E)	S/. 0.5091	Costo Asociado (Fam. A)	S/. 0.7082
--------------------------------	-------------------	--------------------------------	-------------------

3.8 Balance de línea Actual

El balance de línea es una distribución de actividades secuenciales de trabajo en los centros laborales con el objetivo de lograr el máximo aprovechamiento posible de la

mano de obra y equipo; reduciendo o eliminando el tiempo ocioso. Los indicadores a utilizar en el balance actual y mejorado son mostrados a continuación como también su forma de determinarlos. Posteriormente a la explicación se muestran los balances de línea para las familias en estudio con los respectivos ratios mencionados:

<i>Indicador</i>	<i>Cálculo</i>	<i>Descripción</i>
Minuto Total del Operario	$\sum (\text{min} \times \text{Operario})$	Sumatoria del producto entre el tiempo de cada operación y la cantidad de operarios que la realizan
Ciclo de Control	<i>Min</i> >	Tiempo mayor entre los tiempos de las operaciones (Cuello de botella)
N° Operarios	$\sum Op$	Totalidad de operarios en línea
Total Minutos por Línea	<i>Ciclo de Control</i> x <i>N° Operarios</i>	Tiempo de línea en relación a su tiempo de control
% de Balance	$\frac{\text{Minuto Total del Operario}}{\text{Total del minuto por línea}} \times 100$	Eficiencia de la línea productiva.
Ciclo de Control Ajustado	$\frac{\text{Ciclo de Control}}{\text{Desempeño de la línea}} \times 100$	Ciclo de Control según desempeño de línea.
Unidades/Hora	$\frac{60}{\text{Ciclo de Control Ajustado}}$	Cantidad de unidades producidas por hora de trabajo
Unidades/Turno	$(\frac{\text{Unidades}}{\text{Hora}})(\frac{\text{Horas}}{\text{Turno}})$	Cantidad de unidades productivas por turno de trabajo
Costo Unitario	$\frac{(N^{\circ} \text{ de Op}) \times (\text{Salario diario})}{\text{Unidades/Turno}}$	Costo de mano de obra por unidad producida

- *Producto Principal Familia E*

Tabla 17: Balance de Línea Familia E (Actual)

<i>Act.</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tiempo de Operación</i>	<i>Operarios Asignados</i>
<i>A</i>	<i>Cortar partes</i>	0.595	2
<i>B</i>	<i>Habilita partes</i>	0.39	1
<i>C</i>	<i>Revisa partes de prenda + alista para traslado</i>	0.65	1
<i>D</i>	<i>Bordar</i>	1.27	1
<i>E</i>	<i>Inspección de bordado</i>	0.6	2
<i>F</i>	<i>Doble de mangas</i>	0.57	1
<i>G</i>	<i>Orillar vuelta</i>	0.28	1
<i>H</i>	<i>Unión de hombros</i>	0.9	1
<i>I</i>	<i>Pespunte de hombros</i>	0.97	1
<i>J</i>	<i>Pegado de mangas</i>	1.27	1
<i>K</i>	<i>Recubre de mangas</i>	1.35	1
<i>L</i>	<i>Cierre de costados</i>	1.47	1
<i>M</i>	<i>Atracar vuelta</i>	0.1	1
<i>N</i>	<i>Recubrir basta</i>	1.23	1
<i>Ñ</i>	<i>Embolsar cuello y solapa</i>	1.62	1
<i>O</i>	<i>Pegar cuello</i>	0.93	1
<i>P</i>	<i>Pegar cierre</i>	2.67	1
<i>Q</i>	<i>Asentar cuello</i>	0.55	1
<i>R</i>	<i>Pespunte de cierre</i>	1.37	1
<i>S</i>	<i>Atraque de puños</i>	0.4	1
<i>T</i>	<i>Limpieza de hilos + inspección</i>	1.34	1
<i>U</i>	<i>Planchado y Vaporizado</i>	1.46	1
<i>V</i>	<i>Doble de prenda + embolsado</i>	1.02	1

Fuente: Elaboración Propia

Mediante el siguiente gráfico se puede observar que las líneas se encuentran desbalanceadas, siendo el cuello de botella la actividad P con un tiempo de 2.67 min:

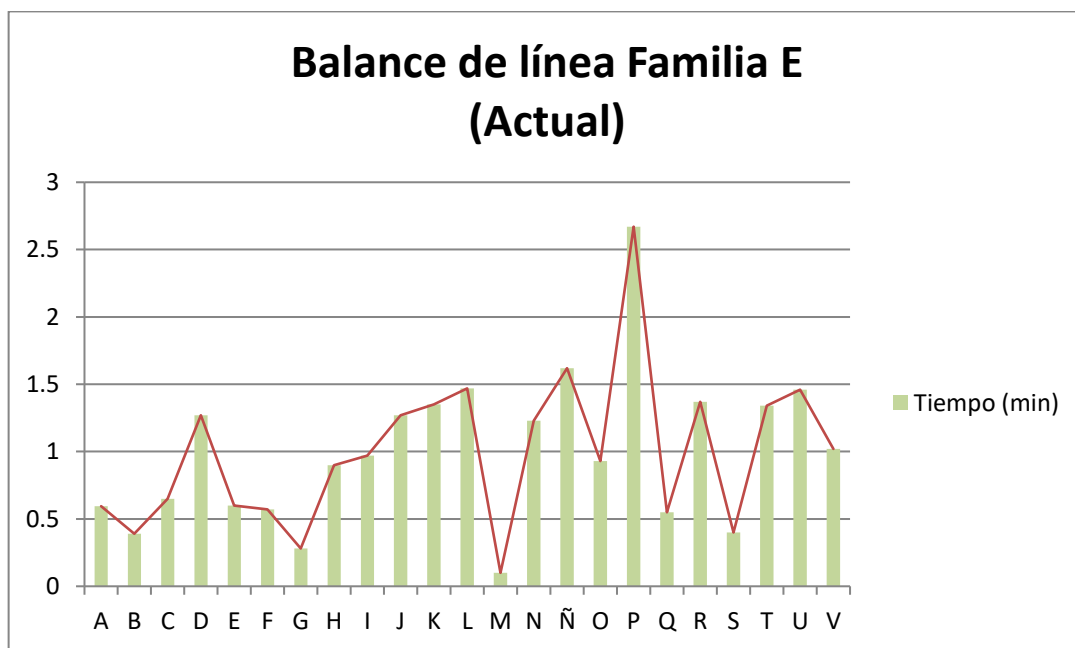


Ilustración 60: Balance de Línea Familia E (Actual)

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ **Minuto total del Operario:** 23.73 min-op.
- ✓ **Ciclo de Control:** 2.67 min
- ✓ **Número de Operarios:** 25 personas
- ✓ **Total Minutos por Línea:** 66.75 minutos-op.
- ✓ **% de Balance:** 35.55%
- ✓ **Desempeño de la línea:** 85%
- ✓ **Ciclo de Control Ajustado:** 3.14 min
- ✓ **Unidades por Hora:** 19.1 prendas
- ✓ **Unidades por Turno:** 150.81 prendas
- ✓ **Costo Unitario:** S/. 5.73

Producto Principal Familia A

Tabla 18: Balance de Línea Familia A (Actual)

<i>Act.</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tiempo de Operación</i>	<i>Operarios Asignados</i>
<i>A</i>	<i>Cortar partes</i>	0.47	2
<i>B</i>	<i>Habilita partes</i>	0.24	1
<i>C</i>	<i>Revisa partes de prenda + alista para traslado</i>	0.43	1
<i>D</i>	<i>Cerrar cuello</i>	0.27	1
<i>E</i>	<i>Doble de mangas</i>	0.53	1
<i>F</i>	<i>Unión de hombros</i>	0.63	1
<i>G</i>	<i>Pegar cuello</i>	0.51	1
<i>H</i>	<i>Recubre de cuello</i>	0.63	1
<i>I</i>	<i>Pegar etiqueta</i>	1.11	1
<i>J</i>	<i>Pegar mangas</i>	0.92	1
<i>K</i>	<i>Cerrar costados</i>	1.12	1
<i>L</i>	<i>Atracar manga</i>	0.33	1
<i>M</i>	<i>Doble de basta</i>	0.65	1
<i>N</i>	<i>Limpieza de hilos + inspección</i>	1.14	1
<i>Ñ</i>	<i>Planchado y Vaporizado</i>	1.32	1
<i>O</i>	<i>Doble de prenda + embolsado</i>	0.64	1

Fuente: Elaboración Propia

Mediante el siguiente gráfico se puede observar que las líneas se encuentran desbalanceadas, siendo el cuello de botella la actividad Ñ con un tiempo de 1.32 min:

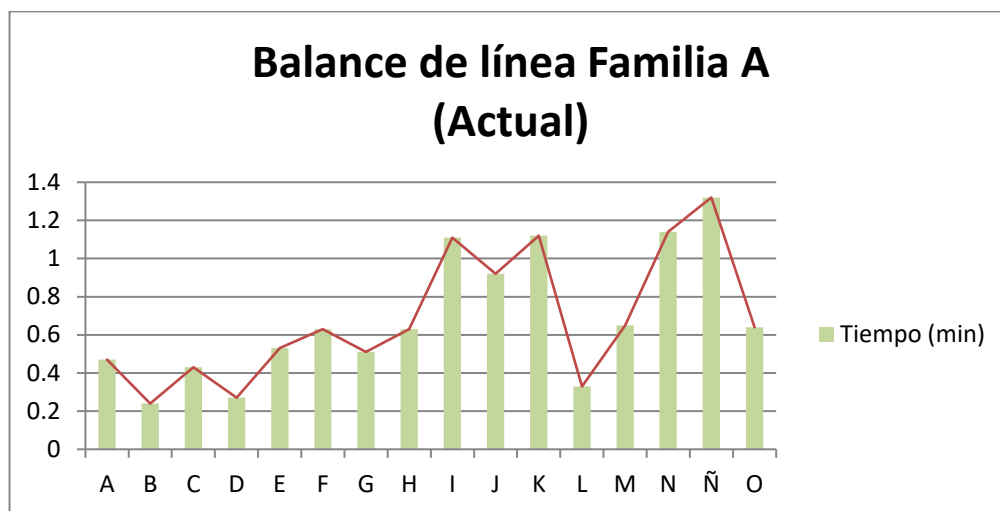


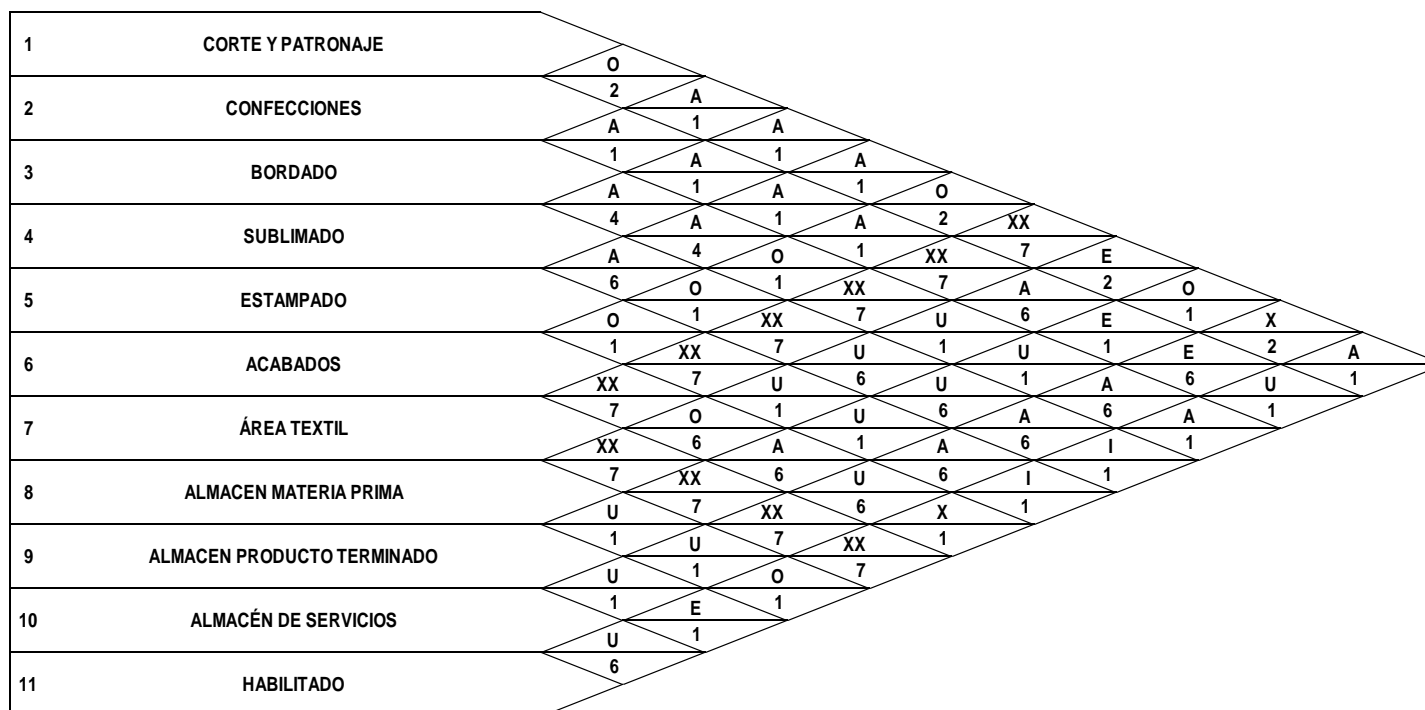
Ilustración 61: Balance de Línea Familia A (Actual)
Fuente: Elaboración Propia

- ✓ **Minuto total del Operario:** 11.41 min-op.
- ✓ **Ciclo de Control:** 1.32 min
- ✓ **Número de Operarios:** 17 personas
- ✓ **Total Minutos por Línea:** 22.44 minutos-op.
- ✓ **% de Balance:** 50.85%
- ✓ **Desempeño de la línea:** 85%
- ✓ **Ciclo de Control Ajustado:** 1.55 min
- ✓ **Unidades por Hora:** 38.64 prendas
- ✓ **Unidades por Turno:** 309.09 prendas
- ✓ **Costo Unitario:** S/. 1.65

4 CAPÍTULO: PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA

En este capítulo elegiremos la distribución de planta idónea para la organización. Es importante mencionar que las propuestas elegidas fueron tres de acuerdo a un análisis cualitativo de acuerdo a la metodología SLP; seguidamente, se halló la distribución final mediante un análisis cuantitativo basado en el Algoritmo de distribución de planta denominado CRAFT. Para hallar la distribución de planta a detalle, se tomó en consideración la propuesta de redistribución de menor costo asociado y se realizó el balance de línea para determinar la distribución de máquinas, muebles, enseres y equipos dentro de la instalación.

4.1 Análisis cualitativo de propuesta de disposición



LEYENDA	
#	Motivo
1	Flujo de Materiales
2	Contaminación del ambiente
3	Coordinación con el personal
4	Mismo cuidado de materiales
5	Utilización de equipos
6	Almacenamiento de materiales
7	Procesos diferenciados
Código	Relación
A	Absolutamente Necesaria
E	Especialmente Importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	Sin Importancia
X	Rechazable
XX	Absolutamente Rechazable

Ilustración 62: Tabla Relacional de Actividades
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados de la Tabla Relacional de Actividades, se procede a clasificar las relaciones respectivas de cada departamento:

A	(1;3) (1;4) (1;5) (1;11) (2;3) (2;4) (2;5) (2;6) (2;8) (3;4) (3;5) (3;10) (3;11) (4;5) (4;10) (5;10) (6;9)
E	(1;8) (2;9) (2;10) (9;11)
I	(4;11) (5;11)
O	(1;2) (1;6) (1;9) (3;6) (4;6) (5;6) (6;8) (8;11)
U	(2;11) (3;8) (3;9) (4;8) (4;9) (5;8) (5;9) (6;10) (8;9) (8;10) (9;10) (10;11)
X	(1;10) (6;11)
XX	(1;7) (2;7) (3;7) (4;7) (5;7) (6;7) (8;7) (9;7) (10;7) (11;7)

Ilustración 63: Relación existente entre departamentos según clasificación

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente, teniendo ya las necesidades entre departamentos, se procede a elaborar el Diagrama Relacional de Actividades para lo cual se ha hecho la siguiente clasificación de colores según la necesidad de cercanía de cada departamento:



Ilustración 64: Clasificación de colores según necesidad de cercanía

Fuente: Elaboración Propia

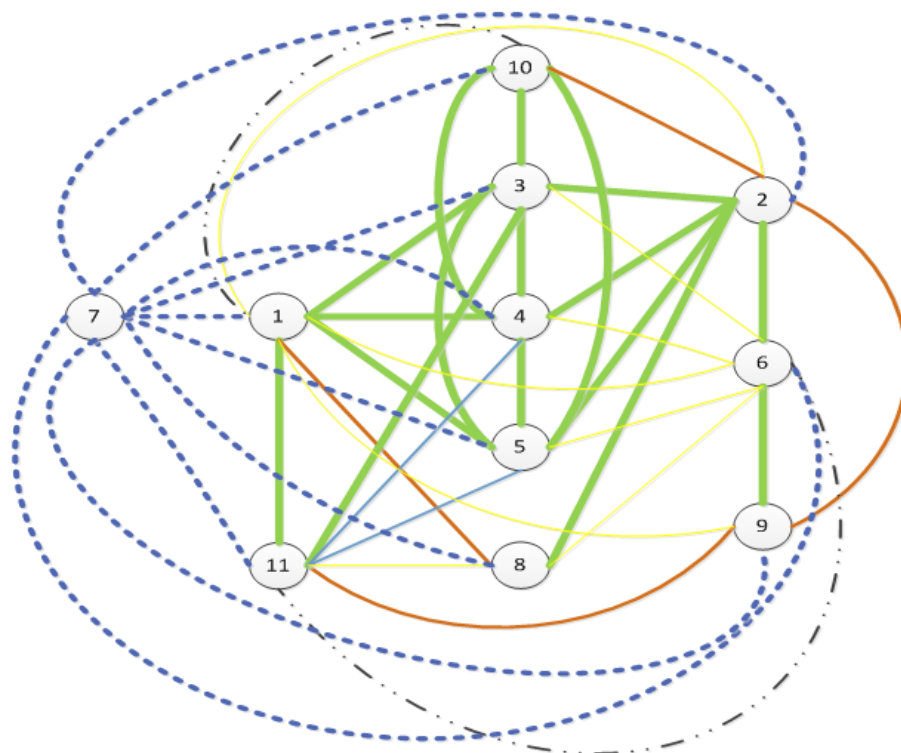


Ilustración 65: Diagrama Relacional de Actividades
Fuente: Elaboración Propia

4.2 Propuestas de redistribución

Mediante el análisis cualitativo se plantearon tres propuestas de redistribución las cuales serán mostradas a continuación:

- **Propuesta de redistribución 1:**

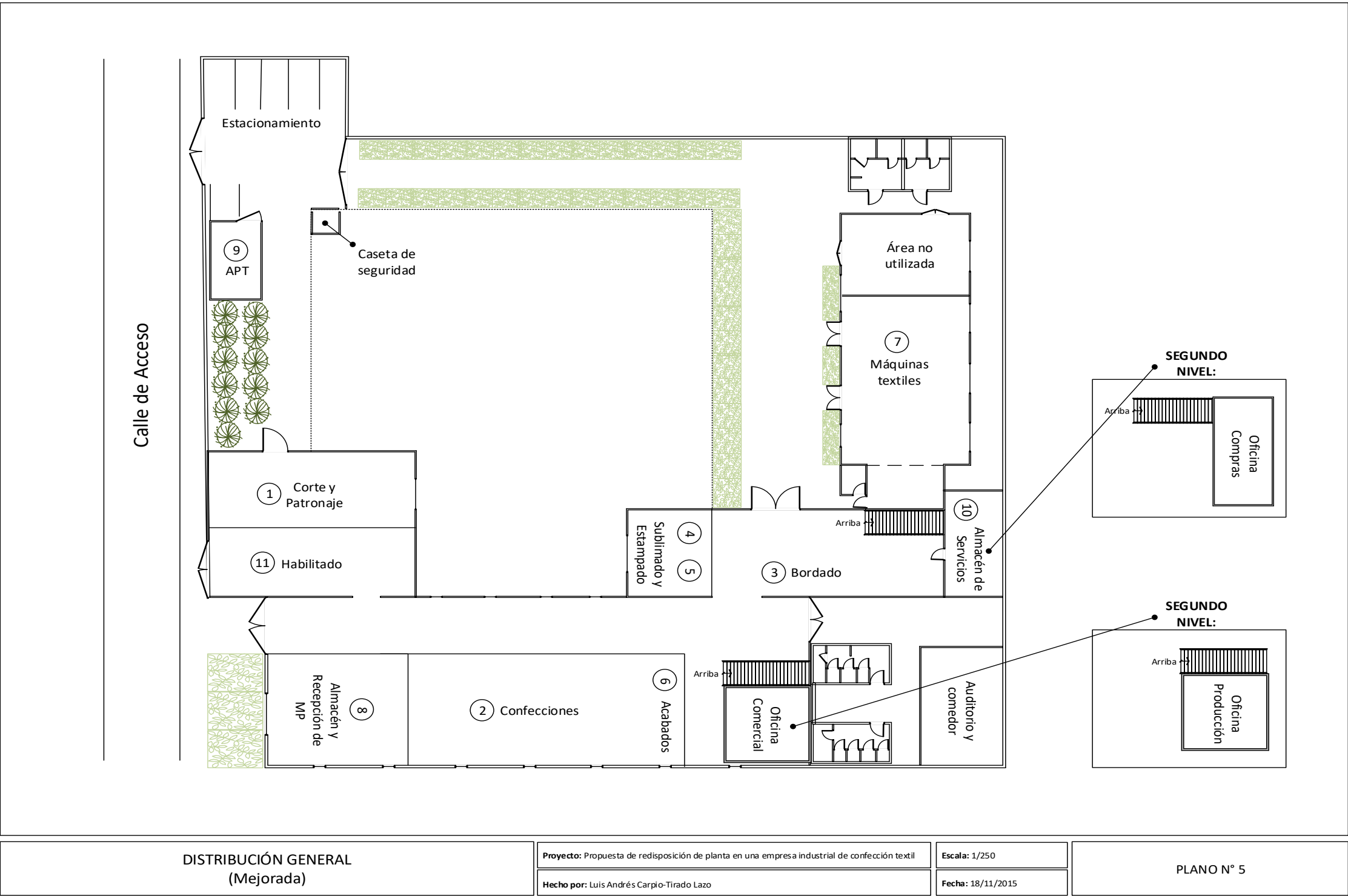


Ilustración 66: Propuesta de redistribución N°1
FUENTE: Elaboración propia

- **Propuesta de redistribución 2:**

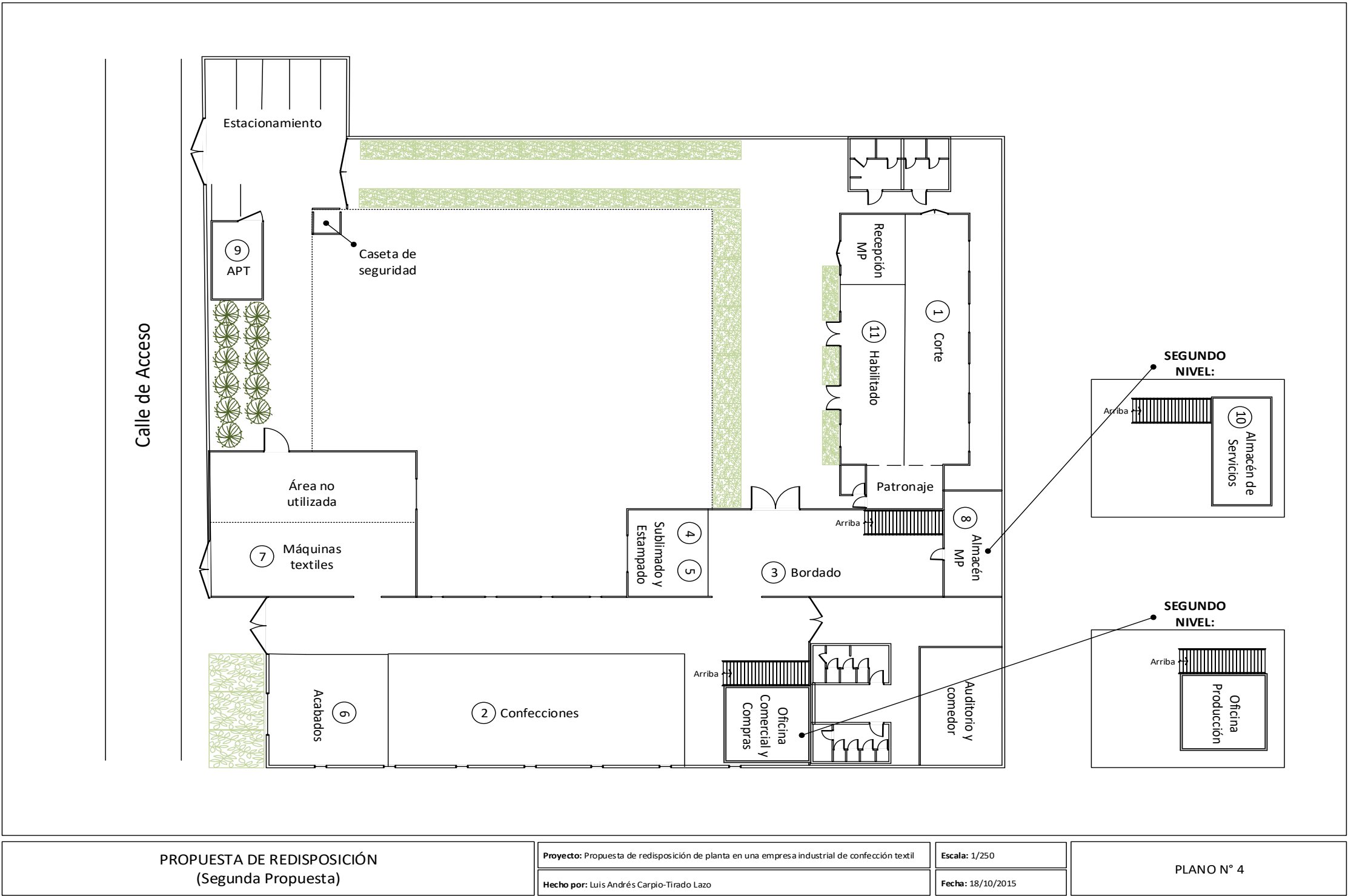


Ilustración 67: Propuesta de redistribución N°2
FUENTE: Elaboración propia

- **Propuesta de redistribución 3:**

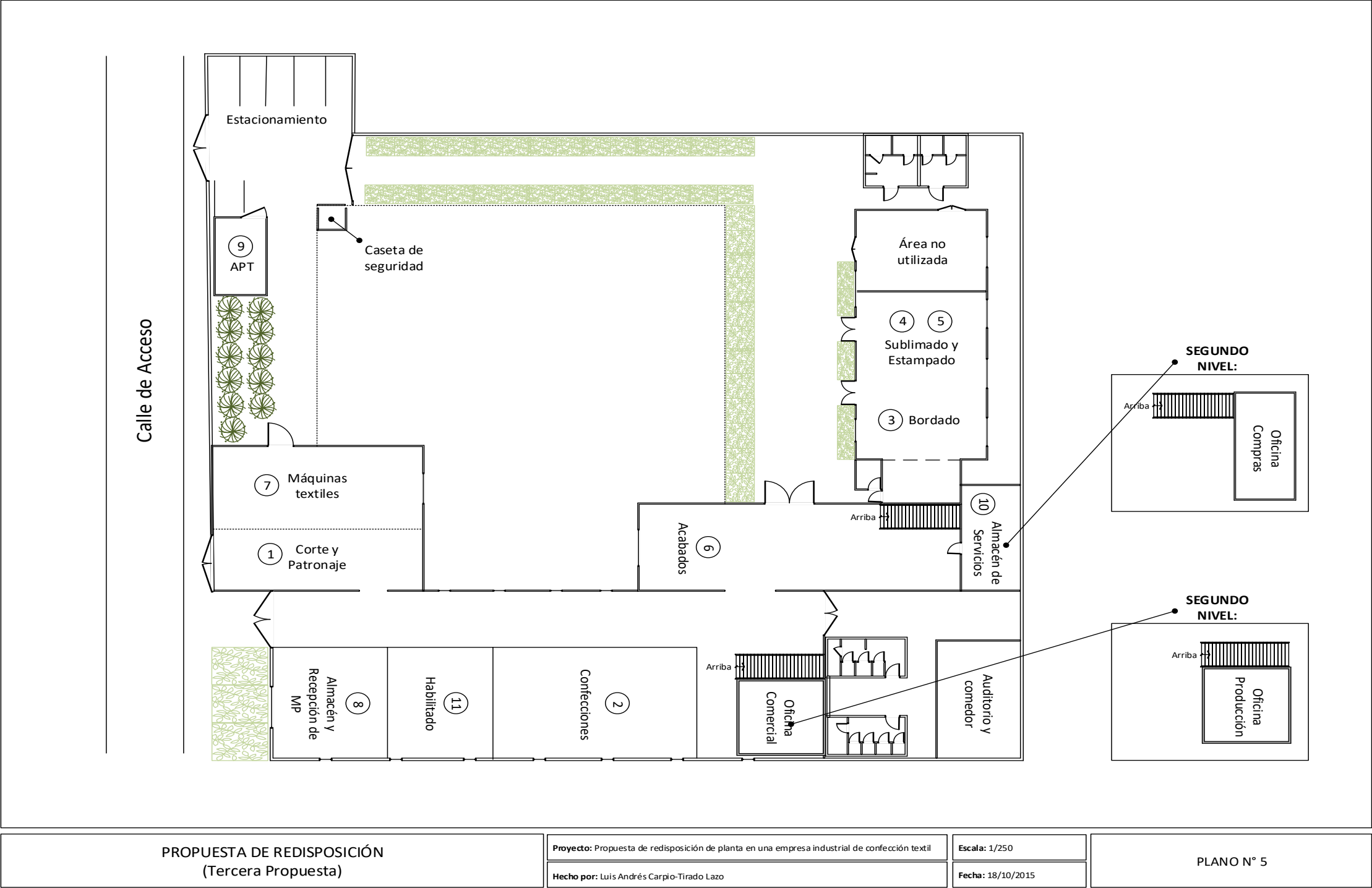


Ilustración 68: Propuesta de redistribución N°3
FUENTE: Elaboración propia

4.3 Evaluación cuantitativa para elección de disposición

Al igual como se hizo en el capítulo 3, a continuación se presenta el cálculo del costo asociado al acarreo de materiales determinado en base a las matrices de flujos, distancias y costos para las propuestas de disposición que fueron presentadas en el punto anterior. Es importante señalar que para este caso se presentará un análisis general por haber consolidado en un solo espacio el departamento de Bordado, Estampado y Sublimado:

Evaluación cuantitativa para propuesta de disposición 1:

Tabla 19: Matriz de Flujos Desde-hacia (Propuesta 1)

<i>Matriz de Flujos Desde-hacia en Unidades</i>							
<i>Desde \ Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		1	0	0	0	0	0
Corte	0		2	1	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		1	1	0
Bordado	0	0	0	0		1	0
Confección	0	0	0	0	0		0
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20: Matriz de Distancias Desde-hacia (Propuesta 1)

<i>Matriz de Distancias Desde-hacia en metros</i>							
<i>Desde \ Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		7.63	0	0	0	0	0
Corte	0		2.5	1	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		45.15	8.12	0
Bordado	0	0	0	0		16.8	0
Confección	0	0	0	0	0		0
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Matriz de Costes Desde-hacia (Propuesta 1)

Matriz de Costos Desde-hacia en Nuevos Soles por metro							
<i>Desde \ Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		0.0012	0	0	0	0	0
Corte	0		0.0012	0.0012	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		0.0012	0.0012	0
Bordado	0	0	0	0		0.0012	0
Confección	0	0	0	0	0		0
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

El costo asociado para la propuesta de redistribución de planta 1 es mostrado a continuación:

Costo Asociado	S/. 0.1004
-----------------------	-------------------

Se observa que mediante la propuesta de disposición 1 se optimizaría el costo asociado al acarreo de materiales en 0.3868 centavos por prenda.

Evaluación cuantitativa para propuesta de disposición 2:

Tabla 22: Matriz de Flujos Desde-hacia (Propuesta 2)

Matriz de Flujos Desde-hacia en Unidades							
<i>Desde \ Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		1	0	1	0	0	0
Corte	0		2	1	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		1	1	0
Bordado	0	0	0	0		1	0
Confección	0	0	0	0	0		1
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Matriz de Distancias Desde-hacia (Propuesta 2)

<i>Matriz de Distancias Desde-hacia en metros</i>							
<i>Desde \ Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		25	0	71.33	0	0	0
Corte	0		5.14	3.5	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		17.17	49.51	0
Bordado	0	0	0	0		36.7	0
Confección	0	0	0	0	0		1
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Matriz de Costes Desde-hacia (Propuesta 2)

<i>Matriz de Costos Desde-hacia en Nuevos Soles por metro</i>							
<i>Desde \ Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		0.0012	0	0.0012	0	0	0
Corte	0		0.0012	0.0012	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		0.0012	0.0012	0
Bordado	0	0	0	0		0.0012	0
Confección	0	0	0	0	0		0.0012
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

El costo asociado para la propuesta de redistribución de planta 2 es mostrado a continuación:

Costo Asociado	S/. 0.2574
-----------------------	-------------------

Se observa que mediante la propuesta de disposición 2 se optimizaría el costo asociado al acarreo de materiales en 0.2634 centavos por prenda.

Evaluación cuantitativa para propuesta de disposición 3:

Tabla 25: Matriz de Flujos Desde-hacia (Propuesta 3)

Matriz de Flujos Desde-hacia en Unidades							
<i>Desde</i> \ <i>Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		1	0	0	0	0	0
Corte	0		2	1	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		1	1	0
Bordado	0	0	0	0		1	0
Confección	0	0	0	0	0		1
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26: Matriz de Distancias Desde-hacia (Propuesta 3)

Matriz de Distancias Desde-hacia en metros							
<i>Desde</i> \ <i>Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		7.63	0	0	0	0	0
Corte	0		2	17.45	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		75.3	2	0
Bordado	0	0	0	0		49.51	0
Confección	0	0	0	0	0		1
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27: Matriz de Costes Desde-hacia (Propuesta 3)

Matriz de Costos Desde-hacia en Nuevos Soles por metro							
<i>Desde</i> \ <i>Hacia</i>	Rec. MP	Corte	Patronaje	Habilitado	Bordado	Confección	Acabados
Rec. MP		0.0012	0	0	0	0	0
Corte	0		0.0012	0.0012	0	0	0
Patronaje	0	0		0	0	0	0
Habilitado	0	0	0		0.0012	0.0012	0
Bordado	0	0	0	0		0.0012	0
Confección	0	0	0	0	0		0.0012
Acabados	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

El costo asociado para la propuesta de redistribución de planta 3 es mostrado a continuación:

Costo Asociado	S/.	0.1883
-----------------------	------------	---------------

Se observa que mediante la propuesta de disposición 3 se optimizaría el costo asociado al acarreo de materiales en 0.3325 centavos por prenda.

4.4 Elección de la distribución

De acuerdo a la evaluación realizada mediante el Algoritmo CRAFT, se presenta el resumen de costos asociados y ahorros para las tres alternativas propuestas por el método SLP.

Tabla 28: Resumen de Costos y Ahorros de Propuestas

Propuesta	Costo Asociado		Ahorro Fam. E		Ahorro Fam. A	
1	S/.	0.1004	S/.	0.4087	S/.	0.6078
2	S/.	0.2574	S/.	0.2634	S/.	0.4508
3	S/.	0.1883	S/.	0.3325	S/.	0.5199

Fuente: Elaboración Propia

Se decide implementar la propuesta 1 por ser la mejor alternativa de acuerdo a la metodología desarrollada.

4.4.1 Distribución general

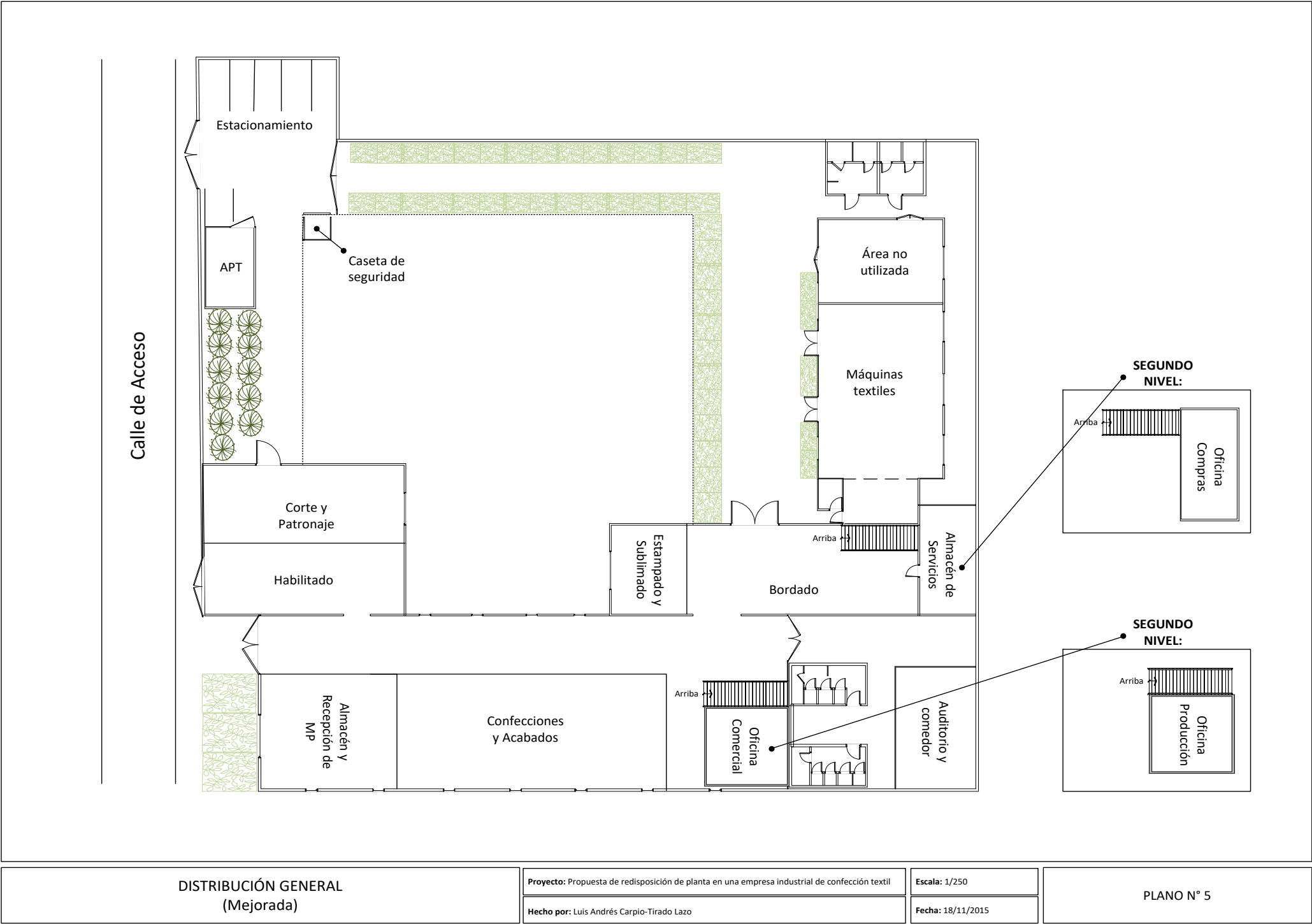


Ilustración 69: Propuesta de Redistribución General
FUENTE: Elaboración propia

4.4.2 Balance de línea propuesto para distribución a detalle

Considerando los tiempos y restricciones de equipos utilizados para cada proceso, se realizó el balance de línea propuesto:

Producto Principal Familia E

Tabla 29: Balance de Línea Familia E (Propuesto)

<i>Act.</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tiempo de Operación</i>	<i>Operarios Asignados</i>
<i>A</i>	<i>Cortar partes</i>	1.19	1
<i>B</i>	<i>Habilita partes + Revisa partes + alista p/traslado</i>	1.04	1
<i>C</i>	<i>Bordar</i>	1.27	1
<i>D</i>	<i>Inspección de bordado</i>	1.2	1
<i>E</i>	<i>Unión de hombros</i>	0.9	1
<i>F</i>	<i>Pespunte de hombros + Doblez de mangas</i>	1.54	1
<i>G</i>	<i>Pegado de mangas</i>	1.27	1
<i>H</i>	<i>Recubre de mangas</i>	1.35	1
<i>I</i>	<i>Cierre de costados + orillar vuelta</i>	0.875	2
<i>J</i>	<i>Atracar vuelta + Embolsar cuello y solapa</i>	0.86	2
<i>K</i>	<i>Recubrir basta</i>	0.76	1
<i>L</i>	<i>Pegar y asentar cuello</i>	1.48	1
<i>M</i>	<i>Pegado de cierre + atraque de puños</i>	1.535	2
<i>N</i>	<i>Pespunte de cierre</i>	1.37	1
<i>Ñ</i>	<i>Limpieza de hilos + inspección</i>	1.34	1
<i>O</i>	<i>Planchado y Vaporizado</i>	1.46	1
<i>P</i>	<i>Doblez de prenda + embolsado</i>	1.02	1

Fuente: Elaboración Propia

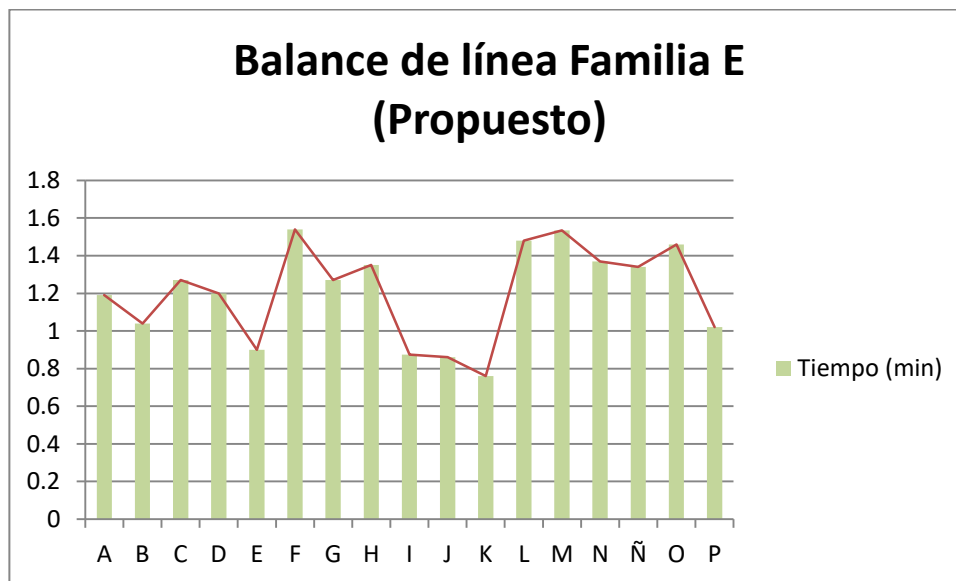


Ilustración 70: Balance de Línea Familia E (Propuesto)
Fuente: Elaboración Propia

- ✓ **Minuto total del Operario:** 23.73 min-op.
- ✓ **Ciclo de Control:** 1.53 min
- ✓ **Número de Operarios:** 20 personas
- ✓ **Total Minutos por Línea:** 30.08 minutos-op.
- ✓ **% de Balance:** 77.05%
- ✓ **Desempeño de la línea:** 85%
- ✓ **Ciclo de Control Ajustado:** 1.81 min
- ✓ **Unidades por Hora:** 33.12 prendas
- ✓ **Unidades por Turno:** 13.25 prendas
- ✓ **Costo Unitario:** S/. 2.64

Producto Principal Familia A

Tabla 30: Balance de Línea Familia A (Propuesto)

<i>Act.</i>	<i>Descripción</i>	<i>Tiempo de Operación</i>	<i>Operarios Asignados</i>
A	Cortar partes	0.47	2
B	Habilita partes + Revisar partes de prenda+ cerrar cuello + alista para traslado	0.47	2
C	Estampa Prenda	0.64	1
D	Inspecciona Estampado	0.45	1
E	Doble de mangas	0.53	1
F	Unión de hombros + Pegar cuello	0.57	2
G	Recubre de cuello	0.63	1
H	Pegar etiqueta	0.56	2
I	Pegar mangas + Cerrar costados	0.68	3
J	Atracar manga	0.33	1
K	Doble de basta	0.65	1
L	Limp. De hilos + Insp.	0.57	2
M	Planchado	0.66	2
N	Doble de prenda + Embolsado	0.64	1

Fuente: Elaboración Propia

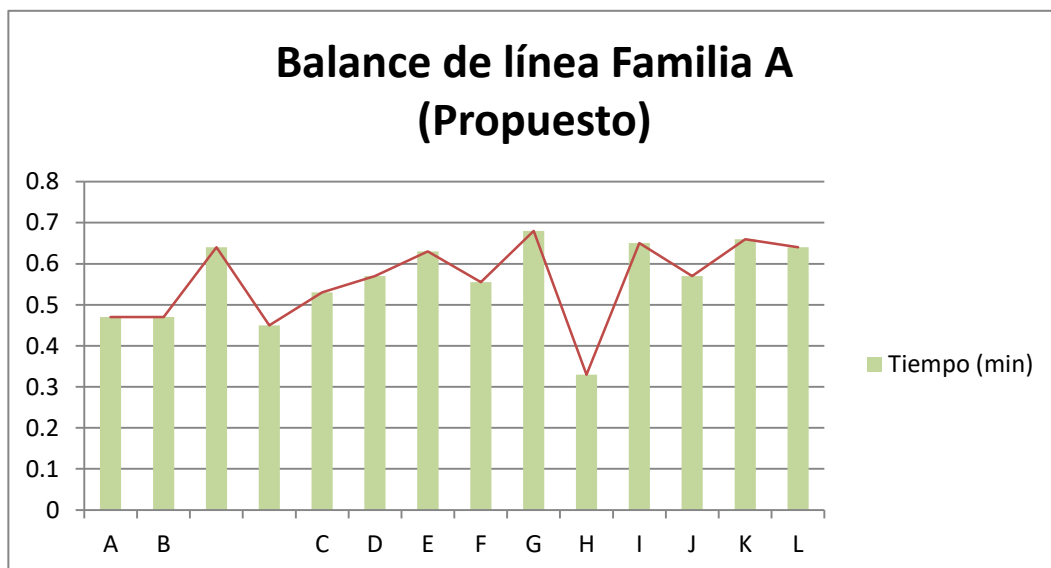


Ilustración 71: Balance de Línea Familia A (Propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ **Minuto total del Operario:** 12.5 min-op.
- ✓ **Ciclo de Control:** 0.68 min
- ✓ **Número de Operarios:** 22 personas
- ✓ **Total Minutos por Línea:** 14.96 minutos-op.
- ✓ **% de Balance:** 83.56%
- ✓ **Desempeño de la línea:** 85%
- ✓ **Ciclo de Control Ajustado:** 0.8 min
- ✓ **Unidades por Hora:** 75 prendas
- ✓ **Unidades por Turno:** 600 prendas
- ✓ **Costo Unitario:** S/. 1.1

4.4.3 Distribución a detalle

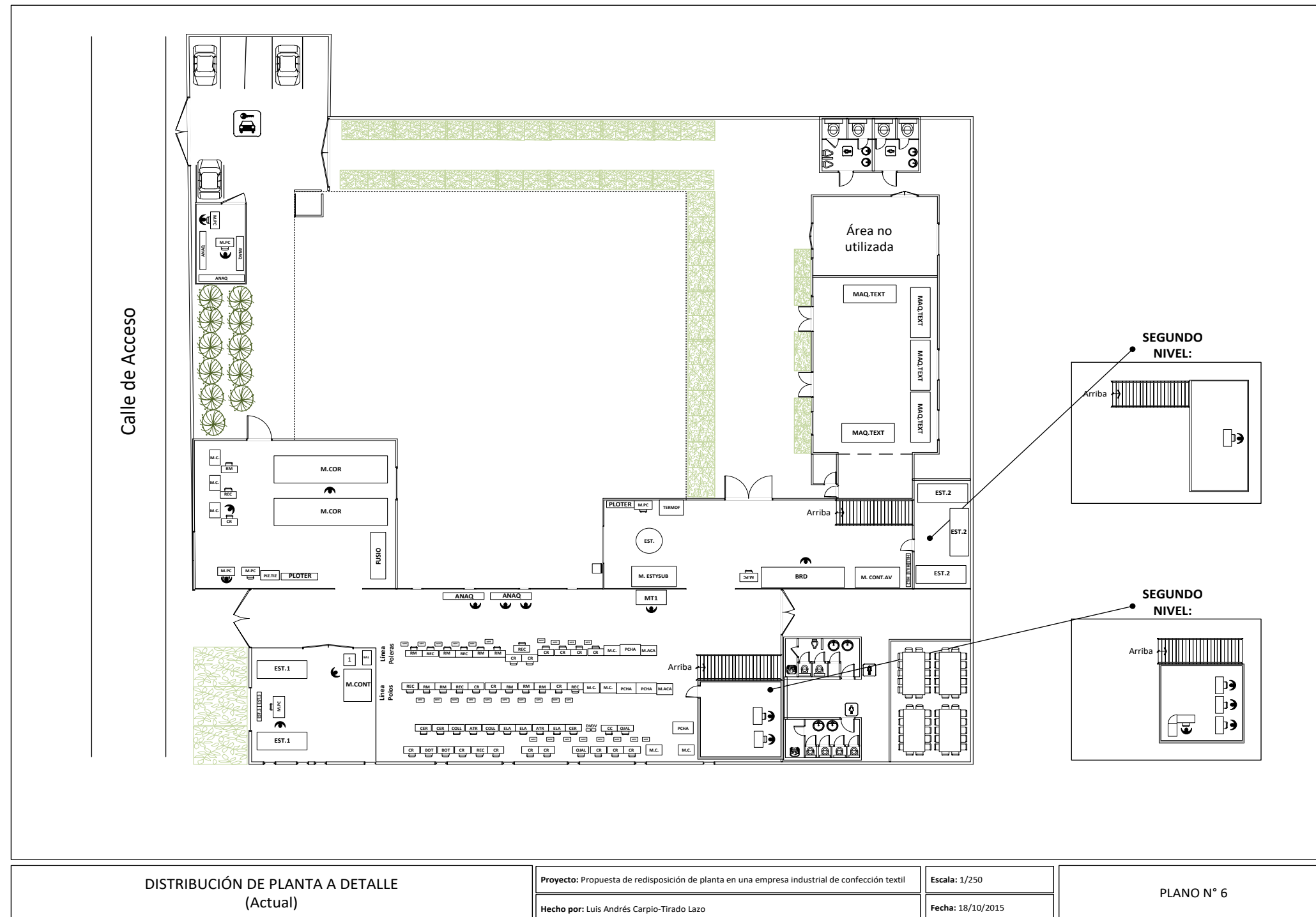


Ilustración 72: Propuesta de Redistribución a Detalle
FUENTE: Elaboración propia

5 CAPÍTULO: PROPUESTA DE MEJORA (TO-BE)

En el presente capítulo se procederá a presentar la propuesta de mejora resultante del levantamiento de información actual (AS-IS) y distribución de planta mejorada. Inicialmente se presentarán los cambios a considerar, seguidamente se hará el Análisis del Proceso y el Recorrido hecho por los colaboradores. Adicionalmente, al final se presenta a modo de resumen los indicadores de desempeño alcanzados.

5.1 Factor Cambio

De acuerdo a los análisis presentados y las evaluaciones realizadas, se ejecutarán las siguientes mejoras en el proceso productivo:

- Se considera la adquisición de una balanza de precisión para reducir el tiempo en verificación de metraje para tejidos de punto.
- Se considera la adquisición de 3 carros de recepción de MP y 2 carros para el traslado de prendas habilitadas.
- Se ha considerado la reordenación del área de Habilitado, considerando mesas apropiadas para realizar la verificación y etiquetado, así como también implementación de máquinas de costura (CR, RM y REC) para poder llevar a cabo procesos de preparado cuando el balance de línea lo requiera.
- Se ha adquirido máquinas para realizar el proceso de estampado y sublimado de tal manera que ya no se deba tercerizar esta parte del proceso y por

el contrario, buscar una demanda para realizar este tipo de servicio. Las dimensiones de la maquinaria y equipo para este proceso son resumidos a continuación:

- **Tabla 31: Requerimiento Estampado y Sublimado**

ID	Maquinaria	Cant.	Dimensiones			
			R	A	L	h
Maquinaria	Pulo de Estampado	1	0.95	-	-	-
	Termofijadora	1		0.86	1.5	1.1
	Escritorio para PC	1		1.04	0.395	1.17
	Plotter	1		0.52	1.10	1.45
M	Mesa de Estampado y Sublimado	1		2.1	8.44	0.81

FUENTE: Elaboración propia

- Adicionalmente, se deberá considerar un presupuesto destinado para afrontar los cambios actitudinales de los trabajadores por el Factor Cambio. Dentro del plan se deberán considerar los siguientes puntos:

- Charlas dictadas por especialistas acerca de los beneficios del cambio en la organización.
- Nombramiento de un equipo y gestor del cambio para el apoyo en dudas y consultas que surjan del personal de la organización antes, durante y después del cambio.
- Charlas semanales de comunicación acerca del estado futuro a obtener en la organización.

- Al momento de iniciar el cambio, se deberá reconocer y recompensar el esfuerzo de los trabajadores mediante el componente psicológico y material.

5.2 Análisis del Proceso Propuesto

- Producto Principal Familia E

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO											
Diagrama Nº 3		Hoja num. 1 de 2		Resumen							
Objeto: Producto Principal Familia E Proceso: Recepción, Corte, Habilitado, Bordado y Confección de prenda Método: Actual/Propuesto Lugar: Planta de producción Operario (s): Operarios de Producción Elaborado por: Luis A. Fecha: 28/11/2015				Actividad		Actual	Prop.	Economía			
				Operación	○	26	21	5			
				Transporte	⇒	11	8	3			
				Espera	□	2	1	1			
				Inspección	□	4	3	1			
				Almacenamiento	▽	0	0	0			
				Distancia:	424.23	84.85	339.38				
				Tiempo (min-hombre)	36.61	26.91	9.70				
				Costo	-	-	-				
				Mano de obra	-	-	-				
				Material	-	-	-				
				Total							
Descripción		Medio/ equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
						○	⇒	□	▽		
1. Recoger Materia Prima del área de recepción y dirigirla a área de inspección.		-	1	1.15	0.22		●				Lo realiza personal de Compras. Se considera traslado de ida y de vuelta
2. Verificar pesaje + Inspeccionar fallas		Balanza de Precisión	1		0.14				●		
3. Trasladar Materia Prima a departamento de Corte.		Carrito	1	7.63	0.24578		●				
4. Deja reposando Materia Prima.		-	1		0.07	●					
5. Preparar Materia Prima para Corte		Manual	1		0.68	●					Dobla tela, tienda capa y fija tela
6. Transportar MP a Patronaje		-	1	2.5	0.05		●				
7. Obtener patrón para Corte		Ploter	1		0.23	●					
8. Transportar MP a mesa de Corte		-	1	2.5	0.05		●				
9. Cortar Materia Prima		Cortadora	1		0.28	●					
[Cambio de Estado de MP]											
10. Recoger Partes de Prenda del área de Corte.		-	1	1	0.02		●				Lo realiza Operario de Habilitado. Se considera traslado de ida y de vuelta
11. Habilitar partes de prenda		Habilitadora	8		0.39	●			●		
12. Revisar parte de prenda		Manual	8		0.51					●	
13. Alistar piezas para traslado		Manual			0.14	●					
14. Trasladar delantero izquierdo a departamento de Bordado.		-	1	45.15	0.89		●				
15. Bordar parte de prenda		Bordadora	1		1.27	●					Capacidad para 15 prendas
16. Inspeccionar prenda + recortar hilos + recortar papel pelón		Piquetera			1.20				●		
17. Dejar partes restantes de prenda en departamento de Confecciones.		-	1	8.12	0.16		●				Lo realiza operario de Habilitado.
18. Esperar pieza de Bordado		-	1		1.00				●		
19. Trasladar delantero a área de Confecciones.		-	1	16.8	0.33		●				Lo realiza personal de Bordado
20. Unir hombros		RM	2		0.9	●					
21. Hacer Pespunte de hombros + Unir de mangas		REC	2		1.54	●					
22. Pegar mangas		RM	2		1.27	●					
23. Recubrir mangas		REC	2		1.35	●					
24. Cerrar costados + Orillar vuelta		RM	2		1.75	●					
25. Atracar vuelta + Embolsar cuello y solapa		CR	2		1.72	●					
VAN...											

Ilustración 73: Diagrama de Análisis del Proceso propuesto (DAP) Familia E (Parte 1)
Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO										
Diagrama N° 3 Hoja num. 2 de 2			Resumen							
Objeto:			Actividad		Actual	Prop.	Economía			
Producto Principal Familia E			Operación	○	26	21	5			
Proceso:			Transporte	⇒	11	8	3			
Recepción, Corte, Habilitado, Bordado y Confección de prenda			Espera	□	2	1	1			
			Inspección	□	4	3	1			
Método: Actual/Propuesto			Almacenamiento	▽	0	0	0			
			Distancia:		424.23	84.85	339.38			
Lugar: Planta de producción			Tiempo (min-hombre)		36.61	26.912	9.70			
Operario (s): Operarios de Producción			Costo		-	-	-			
			Mano de obra		-	-	-			
Elaborado por: Luis A. Fecha: 21/10/2015			Material		-	-	-			
			Total							
Descripción	Medio/ equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
					○	⇒	□	□	▽	
... VIENEN										
26. Recubrir basta	REC	1		0.76	●					
27. Pegar cuello + Asentar cuello	CR	1		1.48	●					
28. Pegar cierre + Atracar puños	CR	1		3.07	●					
29. Hacer Pespunte de cierre	CR	1		1.37	●					
30. Limpiar hilos + Inspeccionar prenda	Piquetera	1		1.34	●					
31. Planchar prenda	Plancha	1		1.46	●					
32. Doblar prenda + embolsar	Manual	1		1.02	●					
<i>[Perdida de tiempo]</i>										
Total			84.85	26.91	21	8	1	3	0	

Ilustración 74: Diagrama de Análisis del Proceso propuesto (DAP) Familia E (Parte 2)

Fuente: Elaboración Propia

En el presente Diagrama de Análisis del Proceso propuesto (DAP) para la familia de productos E se logró optimizar los tiempos con la reducción de 5 operaciones, 3 transportes, 1 espera y 1 inspección. De esta manera, la distancia reducida fue de un 80% con un recorrido final de 84.85 metros en total. Adicionalmente, el tiempo de producción se redujo en 9 minutos con 70 segundos, logrando producir una prenda en 26 minutos y 54.72 segundos.

- *Producto Principal Familia A*

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO										
Diagrama N° 4		Hoja num. 1 de 1		Resumen						
Objeto:				Actividad		Actual	Prop.	Economía		
Producto Principal Familia A				Operación	○	20	17	3		
Proceso:				Transporte	⇒	11	8	3		
Recepción, Corte, Habilitado, Bordado y Confección de prenda				Espera	□	2	1	1		
				Inspección	□	3	3	0		
Método: Actual/Propuesto				Almacenamiento	▽	0	0	0		
				Distancia:		590.83	82.93	507.9		
Lugar: Planta de producción				Tiempo (min-hombre)		505.22	15.44	489.78		
Operario (s): Operarios de Producción				Costo		-	-	-		
				Mano de obra		-	-	-		
				Material		-	-	-		
Elaborado por: Luis A. Fecha: 28/11/2015				Total						
Descripción	Medio/ equipo	Rep.	Dist. (mts)	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
					○	⇒	□	▽		
1. Recoger Materia Prima del área de recepción y dirigirla a área de inspección.	-	1	1.15	0.22		●				Lo realiza personal de Compras. Se considera traslado de ida y de vuelta
2. Verificar pesaje + Inspeccionar fallas	Balanza de Precisión	1		0.14				●		
3. Trasladar Materia Prima a departamento de Corte.	Carrito	1	7.63	0.24578		●				
4. Dejar reposando Materia Prima.	-	1		0.07	●					
5. Preparar Materia Prima para Corte	Manual	1		0.54	●					Dobla tela, tienda capa y fija tela
6. Transportar MP a Patronaje	-	1	2.5	0.05	●	●				
7. Obtener patrón para Corte	Ploter	1		0.21	●					
8. Transportar MP a mesa de Corte	-	1	2.5	0.05	●	●				
9. Cortar Materia Prima	Cortadora	1		0.19	●					
<i>[Cambio Estado de MP]</i>										
10. Recoger Partes de Prenda del área de Corte.	-	1	3.5	0.07		●				Lo realiza Operario de Habilitado. Se considera traslado de ida y de vuelta
11. Habilitar partes de prenda	Habilitadora	8		0.24	●					
12. Revisar parte de prenda	Manual	8		0.32				●		
13. Cerrar cuello + Alistar piezas para traslado	Manual			0.38	●					
14. Trasladar delantero a departamento de Estampado y Sublimado.	-	1	43.23	0.86		●				Lo realiza operario de Habilitado
15. Estampar parte de prenda	Bordadora	1		0.64	●					
16. Inspeccionar parte de prenda	Piquetera			0.45				●		
17. Dejar partes restantes de prenda en departamento de Confecciones.	-	1	8.12	0.16		●				Lo realiza operario de Habilitado
18. Esperar pieza de Estampado	-	1		0.80				●		
19. Trasladar parte estampada a departamento de Confecciones.		1	14.3	0.28		●				Lo realiza personal de Estampado y Sublimado
20. Doblar mangas	REC	2		0.53	●					
21. Unir hombros + Pegar cuello	RM	2		1.14	●					
22. Recubrir cuello	REC	1		0.63	●					
23. Pegar etiqueta	CR	1		1.11	●					
24. Pegar mangas + Cerrar costados	RM	1		2.04	●					
25. Atracar manga	CR	2		0.33	●					
26. Doblar basta	REC	2		0.65	●					
30. Limpiar hilos + Inspeccionar prenda.	Piquetera	1		1.14	●					
31. Planchar prenda	Plancha	1		1.32	●					
32. Doblar prenda + Embolsar	Manual	1		0.64	●					
<i>[Prenda Terminada]</i>										
Total			82.93	15.44	17	8	1	3	0	

Ilustración 75: Diagrama de Análisis del Proceso propuesto (DAP) Familia A

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de la familia de productos A, se presenta el Diagrama de Análisis de Proceso propuesto (DAP) donde se logró optimizar el tiempo de producción en 489.78 minutos. De igual manera, los recorridos se redujeron considerablemente a un 14.03%. Adicionalmente, se logró reducir 3 operaciones, 3 traslados y 1 demora en el flujo del proceso.

- Producto Principal Familia E

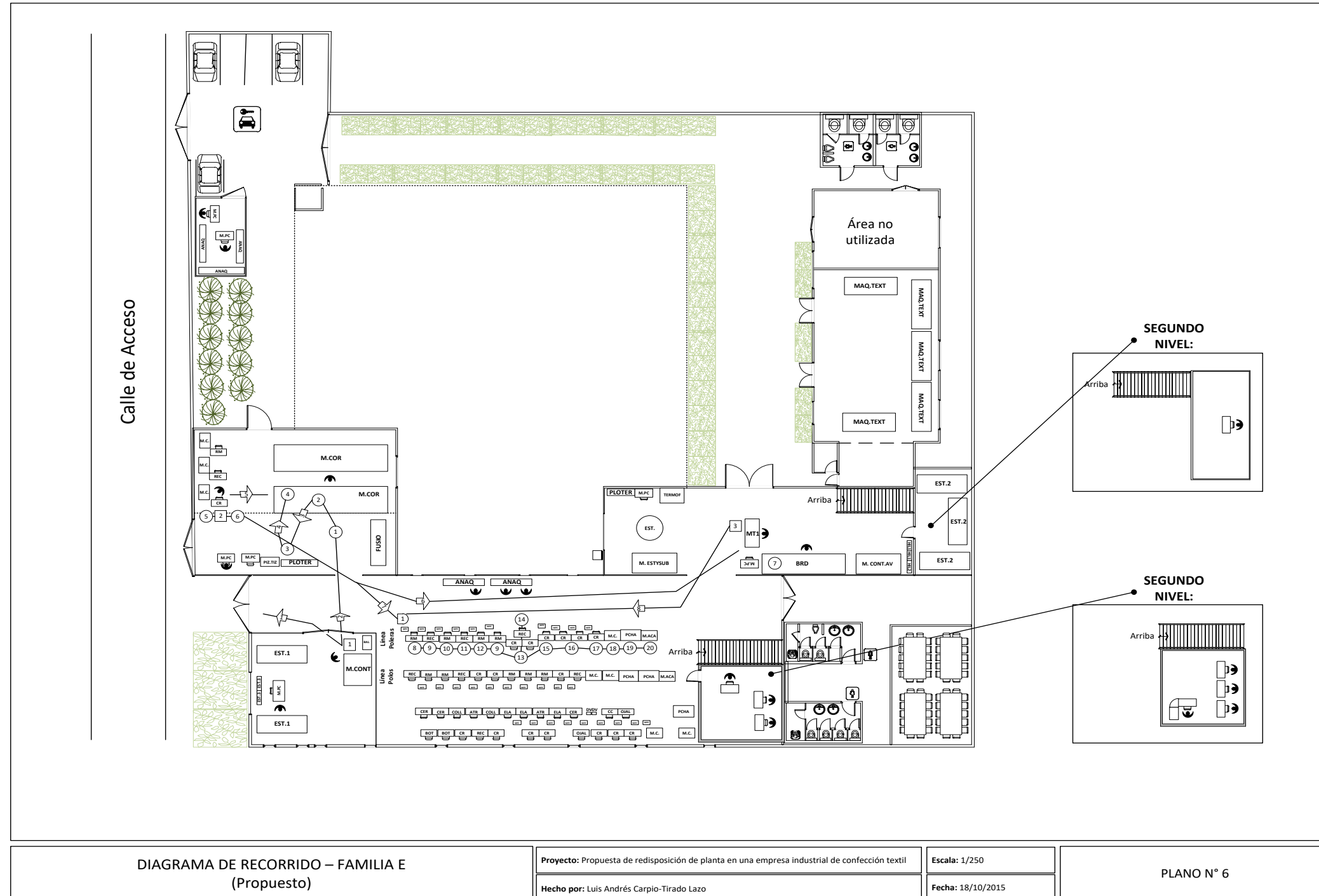


Ilustración 76: Diagrama de Recorrido propuesto (DR) para Familia E
FUENTE: Elaboración propia

—

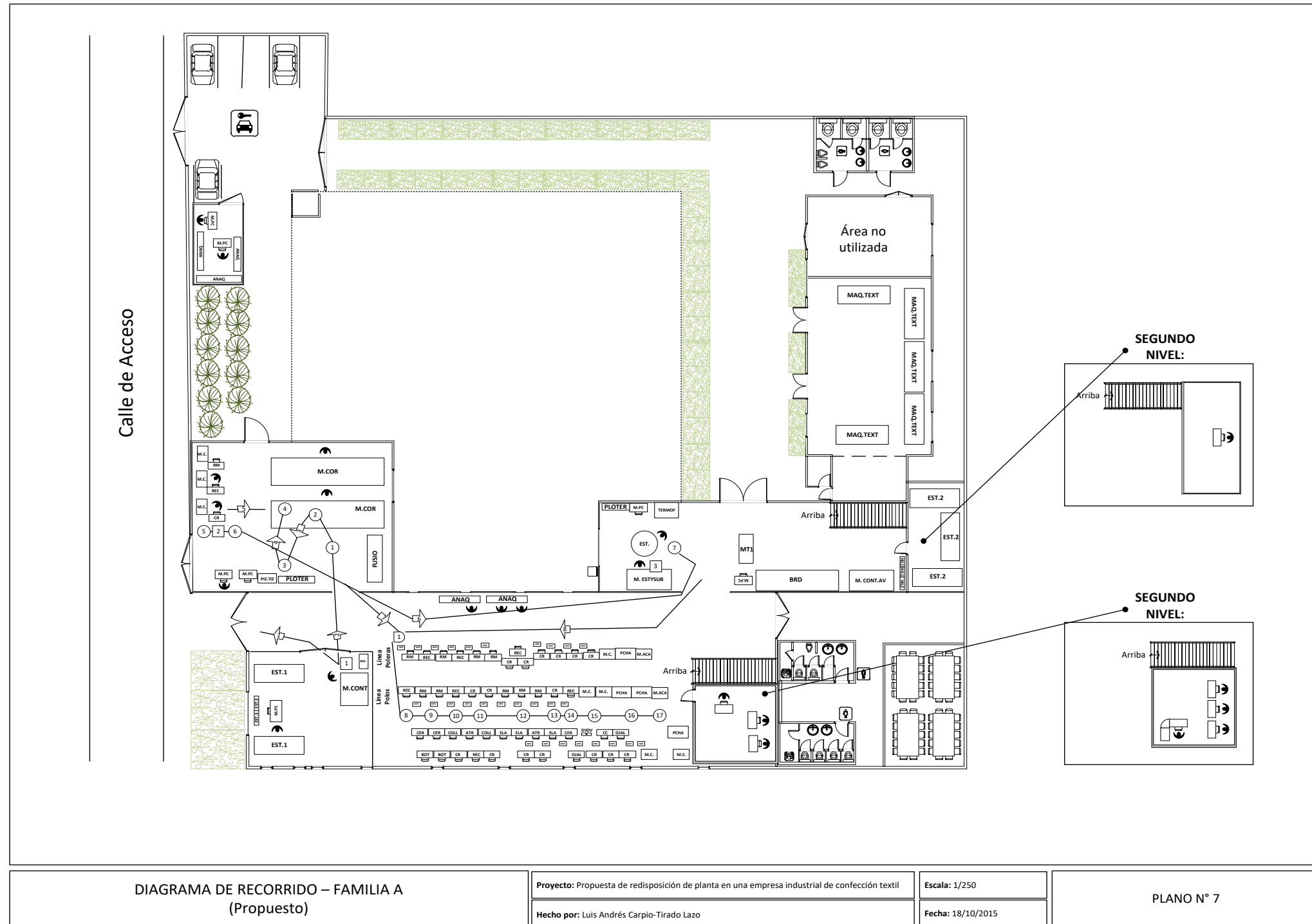


Ilustración 77: Diagrama de Recorrido propuesto (DR) para Familia A
FUENTE: Elaboración propia

6 CAPÍTULO: EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el presente capítulo se procederá a evaluar la propuesta técnica en términos monetarios de tal manera que se refleje la factibilidad de la propuesta. Para realizar la evaluación, será determinante la estimación de inversiones, costos, ingresos y los indicadores financieros que permitirán medir la rentabilidad del proyecto tales como el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recupero de la Inversión (PRI).

6.1 Proyección de Ingresos

Para la proyección de ingresos se utilizará el método causal de regresión lineal de tal manera que se obtenga los ingresos futuros de la compañía. Se ha fijado como variable independiente el Producto Bruto Interno (PBI) del sector manufactura del país y los Ingresos de la compañía en estudio como variable dependiente. Para la estimación, el primer paso fue obtener los datos de periodos anteriores referentes al PBI:

Tabla 32: Producto Bruto Interno (PBI) - Periodos 2013 - 2014 – 2015

PBI Manufactura		
Periodo	Millones de Soles	
2013	S/.	68,508.00
2014	S/.	66,041.00
2015	S/.	64,938.00

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Seguidamente, se procedió a obtener la data histórica de ventas de la compañía y se multiplicó por un precio promedio de tal manera que podamos obtener los ingresos generados durante los periodos en análisis:

Tabla 33: Ingresos Compañía - Periodos 2013 - 2014 – 2015

INGRESOS		
Periodo	Soles	
2013	S/.	829,790.50
2014	S/.	877,329.38
2015	S/.	887,733.00

FUENTE: La empresa

Ya teniendo la data referente a la variable dependiente y variable independiente se procede a hacer el análisis de regresión para pronosticar las ventas a futuro:

Tabla 34: Análisis de Regresión Lineal

ANÁLISIS REGRESIÓN	
<i>Variable X1</i>	-16.74
<i>Intercepción</i>	1,978,126.69
<i>Coef. Determinación</i> <i>R²</i>	98%

FUENTE: Elaboración Propia

Para realizar la estimación de ingresos de la compañía, se ha considerado fuentes de estimación del PBI para los siguientes años. Según el (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015) en su informe “Marco Macroeconómico Multianual 2016-2018 Revisado” se prevé que el PBI del sector será de un 1.8% el 2016, 3.3% el 2017 y 3.5%

el 2018 (Ver Anexo 2). Según esta información y el análisis de regresión lineal, a continuación se estima los ingresos de la compañía para el futuro:

Tabla 35: Ingresos Proyectados 2016-2020

Periodo	PBI (Millones)	INGRESOS
2016	S/. 66,106.88	S/. 871,459.40
2017	S/. 69,610.55	S/. 812,806.04
2018	S/. 71,907.70	S/. 774,350.46
2019	S/. 74,424.47	S/. 732,218.29
2020	S/. 77,029.32	S/. 688,611.49

FUENTE: Elaboración Propia

6.2 Plan de Inversiones de la Mejora

El plan de inversiones constituye aquello que es necesario realizar para poder cumplir con el programa de mejora planteada. A continuación, se muestran los resultados de inversión en activos tangibles, intangibles y capital de trabajo:

Tabla 36: Detalle de Inversiones

<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>U.M.</i>	<i>Costo Unitario</i>	<i>Costo asignado</i>
Activo Tangible				
<i>Balanza de precisión</i>	1	Und.	S/. 900.00	S/. 900.00
<i>Carro de recepción de MP</i>	3	Und.	S/. 800.00	S/. 2,400.00
<i>Carro de transporte Habilitado</i>	2	Und.	S/. 450.00	S/. 900.00
<i>Mesas de habilitado</i>	3	Und.	S/. 450.00	S/. 1,350.00
<i>Máquina Estampadora</i>	1	Und.	S/. 14,800.00	S/. 14,800.00
<i>Termofijadora</i>	1	Und.	S/. 11,900.00	S/. 11,900.00
<i>Ploter para sublimado</i>	1	Und.	S/. 4,500.00	S/. 4,500.00
<i>Computadora para sublimado c/mueble</i>	1	Und.	S/. 1,800.00	S/. 1,800.00
<i>Anaqueles Almacén Servicios</i>	3	Und.	S/. 900.00	S/. 2,700.00
<i>Total Activo Tangible</i>				S/. 41,250.00
Activo Intangible				
<i>Habilitación almacén MP</i>	1	Und.	S/. 5,400.00	S/. 5,400.00
<i>Movimiento de maquinas</i>	1	Und.	S/. 9,000.00	S/. 9,000.00
<i>Gastos varios redistribución e instalación</i>	1	Und.	S/. 3,500.00	S/. 3,500.00
<i>Gastos varios de concientización por cambio</i>	1	Und.	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
<i>Total Activo Intangible</i>				S/. 22,900.00
Capital de Trabajo				
<i>Inversión en capital de trabajo</i>			S/. -	S/. -
Total Inversión				S/. 64,150.00

FUENTE: Elaboración Propia

6.3 Costos Directos

6.3.1 Costos Directos Sin mejora

Materiales Directos

El detalle de los costos directos actuales para la familia E y A son mostrados en las siguientes tablas:

Tabla 37: Detalle de Costo por Prenda de Materiales Directos - Familia E (Sin Mejora)

FAMILIA E				
<i>Descripción</i>	<i>Consumo</i>	<i>U.M.</i>	<i>Costo Unitario</i>	<i>Costo asignado</i>
Materias Directos				
Polyester Polar	1.3	Mts.	S/. 6.50	S/. 8.71
Cierre Tractor	1.0	Und.	S/. 1.25	S/. 1.25
Etiquetas	1.0	Und.	S/. 0.01	S/. 0.01
Talla	1.0	Und.	S/. 0.00	S/. 0.00
Hilo Confección	2460.0	cm	S/. 0.00	S/. 1.88
Hilo Bordado	850.0	cm	S/. 0.00	S/. 0.74
Bolsa adhesiva	1.0	Und.	S/. 0.10	S/. 0.10
TOTAL MD				S/. 12.70

FUENTE: La empresa

Tabla 38: Detalle de Costo por Prenda de Materiales Directos - Familia A (Sin Mejora)

FAMILIA A				
<i>Descripción</i>	<i>Consumo</i>	<i>U.M.</i>	<i>Costo Unitario</i>	<i>Costo asignado</i>
Materias Directos				
Jersey 30/1	0.3	Kg	S/. 26.35	S/. 7.22
Etiquetas	1.0	Und.	S/. 0.01	S/. 0.01
Talla	1.0	Und.	S/. 0.00	S/. 0.00
Hilo Confección	1865.0	Cm.	S/. 0.00	S/. 1.43
Bolsa adhesiva	1.0	Und.	S/. 0.10	S/. 0.10
TOTAL MD				S/. 8.76

FUENTE: La empresa

Los costos anuales por Materiales Directos asociados a las familias E y A son mostrados a continuación:

Tabla 39: Costo Total de Materiales Directos - Familia E (Sin Mejora)

FAMILIA E		
Año	Unidades Vendidas	Costo MD Anual
2016	12,582	S/. 159,756.51
2017	11,735	S/. 149,004.14
2018	11,180	S/. 141,954.44
2019	10,572	S/. 134,230.74
2020	9,942	S/. 126,236.71

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 40: Costo Total de Materiales Directos - Familia A (Sin Mejora)

FAMILIA A		
Año	Unidades Vendidas	Costo MD Anual
2016	12,954	S/. 113,440.33
2017	12,082	S/. 105,805.25
2018	11,510	S/. 100,799.38
2019	10,884	S/. 95,314.92
2020	10,236	S/. 89,638.50

FUENTE: Elaboración Propia

El resumen de los costos consolidados para las familias A y E son mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 41: Costo Consolidado de Materiales Directos (Sin Mejora)

Año	Costo MD Acumulado
2016	S/. 273,196.84
2017	S/. 254,809.39
2018	S/. 242,753.82
2019	S/. 229,545.66
2020	S/. 215,875.21

FUENTE: Elaboración Propia

Mano de Obra Directa

Los costos actuales asociados a la Mano de Obra Directa son mostrados a continuación:

Tabla 42: Detalle de la composición de Mano de Obra Directa (Sin Mejora)

Mano de Obra Directa		
Salario	S/.	750.00
Gratificación	S/.	62.50
Vacaciones	S/.	31.25
Seguro	S/.	67.50
CTS	S/.	31.25
Total MOD	S/.	942.50

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 43: Costo Anual Mano de Obra Directa (Sin Mejora)

Número de Trabajadores	25
Costo Mensual Neto	S/. 23,562.50
SCTR	S/. 1,885.00
Costo Mensual Bruto	S/. 25,447.50
Costo Anual Bruto	S/. 305,370.00

FUENTE: Elaboración Propia

Otros Costos Directos

Previo a la propuesta de redistribución de planta se tiene un costo asociado al rubro de “Otros Costos Directos” que equivale a **4.5 Nuevos Soles por unidad** por concepto de tercerización del estampado de prendas de la familia A. El costo asociado por este rubro es mostrado a continuación:

Tabla 44: Costo Anual Otros Costos Directos – Familia A (Sin Mejora)

TOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS		
Año	Unidades Vendidas	Costo Anual
2016	12,954	S/. 58,292.53
2017	12,082	S/. 54,369.16
2018	11,510	S/. 51,796.84
2019	10,884	S/. 48,978.59
2020	10,236	S/. 46,061.70

FUENTE: Elaboración Propia

6.3.2 Costos Directos con mejora

Para la propuesta de mejora se tendría un costo adicional en el producto representativo de la Familia A de acuerdo al siguiente esquema. Para la familia E no se tendría variación alguna respecto a los costos por Materiales Directos.

Tabla 45: Detalle de Costo por Prenda de Materiales Directos - Familia A (Con Mejora)

FAMILIA A				
<i>Descripción</i>	<i>Consumo</i>	<i>U.M.</i>	<i>Costo Unitario</i>	<i>Costo asignado</i>
Materias Directos				
Jersey 30/1	0.274	Kg	S/. 26.35	S/. 7.220
Etiquetas	1	Und.	S/. 0.01	S/. 0.005
Talla	1	Und.	S/. 0.00	S/. 0.004
Hilo Confección	1865	Cm.	S/. 0.00	S/. 1.428
Bolsa adhesiva	1	Und.	S/. 0.10	S/. 0.100
Tinte para Estampado	1	Und.	S/. 1.50	S/. 1.500
TOTAL MD				S/. 10.26

FUENTE: Elaboración Propia

Esta variación en el costo del producto daría como resultado que el costo anual por Materiales Directos asociados a la familia A otorgue los siguientes valores:

Tabla 46: Costo Total de Materiales Directos - Familia A (Con Mejora)

FAMILIA A		
Año	Unidades Vendidas	Costo MD Anual
2016	12,954	S/. 132,871.17
2017	12,082	S/. 123,928.31
2018	11,510	S/. 118,065.00
2019	10,884	S/. 111,641.12
2020	10,236	S/. 104,992.40

FUENTE: Elaboración Propia

El resumen de los costos consolidados para las familias A y E son mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 47: Costo Consolidado de Materiales Directos (Con Mejora)

Año	Costo MD Acumulado
2016	S/. 292,627.68
2017	S/. 272,932.45
2018	S/. 260,019.43
2019	S/. 245,871.86
2020	S/. 231,229.11

FUENTE: Elaboración Propia

Mano de Obra Directa

La propuesta de mejora considera la reducción de 3 trabajadores en las líneas de producción dando como resultado el siguiente costo asociado:

Tabla 48: Detalle de la composición de Mano de Obra Directa (Con Mejora)

Mano de Obra Directa		
Salario	S/.	850.00
Gratificación	S/.	70.83
Vacaciones	S/.	35.42
Seguro	S/.	76.50
CTS	S/.	35.42
Total MOD	S/.	1,068.17

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 49: Costo Anual Mano de Obra Directa (Con Mejora)

Número de Trabajadores	22
Costo Mensual Neto	S/. 23,499.67
SCTR	S/. 1,879.97
Costo Mensual Bruto	S/. 25,379.64
Costo Anual Bruto	S/. 304,555.68

FUENTE: Elaboración Propia

La propuesta de mejora traería consigo una variación en el costo asociado a la Mano de Obra Directa de **814.32 Nuevos Soles anuales** considerando un aumento de 100 Nuevos Soles mensuales a los trabajadores.

6.4 Costos Indirectos de Fabricación (CIF)

6.4.1 Costos Indirectos de Fabricación Sin Mejora

Dado que las Familias E y A representan el 70.27% del total de la producción anual, este rubro se ha calculado prorrateando este porcentaje para el estado actual:

Tabla 50: Detalle de Costos Indirectos de Fabricación (Sin Mejora)

COSTOS INDIRECTOS			
<i>Descripción</i>	<i>Costo/Mes</i>	<i>Costo/Año</i>	<i>Costo/Año Prorrateado</i>
A. Materiales Indirectos			
A1. Agujas	S/. 150.00	S/. 1,800.00	S/. 1,274.40
A2. Aceite para máq.	S/. 70.00	S/. 840.00	S/. 594.72
A3. Repuestos	S/. 250.00	S/. 3,000.00	S/. 2,124.00
A4. Cuchilla de Corte	S/. 40.00	S/. 480.00	S/. 339.84
A5. Piquetera	S/. 15.00	S/. 180.00	S/. 127.44
Total MI		S/. 6,300.00	S/. 4,460.40
B. Mano de Obra Indirecta			
B1. Jefe de Producción	S/. 1,500.00	S/. 18,000.00	S/. 12,744.00
B2. Asistentes de Prod.	S/. 750.00	S/. 9,000.00	S/. 6,372.00
B3. Personal Logístico (3)	S/. 2,250.00	S/. 27,000.00	S/. 19,116.00
Total Salarios		S/. 54,000.00	S/. 38,232.00
B4. Gratificación		S/. 9,000.00	S/. 6,372.00
B5. Vacaciones		S/. 4,500.00	S/. 3,186.00
B6. Seguro Social		S/. 4,860.00	S/. 3,440.88
B7. CTS		S/. 4,498.20	S/. 3,184.73
Total MOI		S/. 76,858.20	S/. 54,415.61
C. Servicios			
C1. Luz, Aguja, Telefono	S/. 800.00	S/. 9,600.00	S/. 6,796.80
C2. Depreciación Maq. Actual (*)		S/. 15,873.99	S/. 15,873.99
Total OGI		S/. 25,473.99	S/. 22,670.79
TOTAL GI		S/. 108,632.19	S/. 81,546.80

FUENTE: Elaboración Propia

(*) La depreciación de la maquinaria actual se muestra en el Anexo 3 del documento

6.4.2 Costos Indirectos de Fabricación Con Mejora

Al igual a lo realizado en los Costos Indirectos de Fabricación sin mejora, este rubro también considera el prorrateo por el porcentaje de ingresos que corresponde a las

familias E y A. Es importante detallar que para la propuesta de mejora se ha considerado incrementos en todos los conceptos asociados a los Costos Indirectos de Fabricación, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla 51: Detalle de Costos Indirectos de Fabricación (Con Mejora)

COSTOS INDIRECTOS			
<i>Descripción</i>	<i>Costo/Mes</i>	<i>Costo/Año</i>	<i>Costo/Año Prorrateado</i>
A. Materiales Indirectos			
A1. Agujas	S/. 160.00	S/. 1,920.00	S/. 1,359.36
A2. Aceite para máq.	S/. 80.00	S/. 960.00	S/. 679.68
A3. Repuestos	S/. 280.00	S/. 3,360.00	S/. 2,378.88
A4. Cuchilla de Corte	S/. 50.00	S/. 600.00	S/. 424.80
A5. Piquetera	S/. 20.00	S/. 240.00	S/. 169.92
Total MI		S/. 7,080.00	S/. 5,012.64
B. Mano de Obra Indirecta			
B1. Jefe de Producción	S/. 2,000.00	S/. 24,000.00	S/. 16,992.00
B2. Asistentes de Prod.	S/. 900.00	S/. 10,800.00	S/. 7,646.40
B3. Personal Logístico (3)	S/. 2,700.00	S/. 32,400.00	S/. 22,939.20
Total Salarios		S/. 67,200.00	S/. 47,577.60
B4. Gratificación		S/. 11,200.00	S/. 7,929.60
B5. Vacaciones		S/. 5,600.00	S/. 3,964.80
B6. Seguro Social		S/. 6,048.00	S/. 4,281.98
B7. CTS		S/. 5,597.76	S/. 3,963.21
Total MOI		S/. 95,645.76	S/. 67,717.20
C. Servicios			
C1. Luz, Aguja, Telefono	S/. 900.00	S/. 10,800.00	S/. 7,646.40
C2. Depreciación Maq. Actual (*)		S/. 15,873.99	S/. 15,873.99
C2. Depreciación Maq. Mejora (*)		S/. 4,995.00	S/. 4,995.00
Total OGI		S/. 31,668.99	S/. 28,515.39
TOTAL GI (Sin depreciación)		S/. 134,394.75	S/. 101,245.23

FUENTE: Elaboración Propia

(*) La depreciación de la maquinaria actual y a adquirir se muestra en el Anexo 3 del documento.

6.5 Flujo de Caja Económico

Teniendo en cuenta la información mostrada en cuadros anteriores, se procede a realizar el Flujo de Caja Económico para la propuesta de mejora y para el estado actual de planta considerando 5 años:

6.5.1 Flujo de Caja Económico Sin Mejora

Tabla 52: Flujo de Caja Económico Sin Mejora

Flujo de caja Económico	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A. Ingresos		S/. 871,459.40	S/. 812,806.04	S/. 774,350.46	S/. 732,218.29	S/. 688,611.49
B. Costos Directos						
B1. (-) Materiales Directos		S/. 273,196.84	S/. 254,809.39	S/. 242,753.82	S/. 229,545.66	S/. 215,875.21
B2. (-) Mano de Obra Directa		S/. 305,370.00	S/. 305,370.00	S/. 305,370.00	S/. 305,370.00	S/. 305,370.00
B3. (-) Otros Costos Directos		S/. 58,292.53	S/. 54,369.16	S/. 51,796.84	S/. 48,978.59	S/. 46,061.70
C. Costos Indirectos						
C1. (-) Materiales Indirectos		S/. 4,460.40	S/. 4,460.40	S/. 4,460.40	S/. 4,460.40	S/. 4,460.40
C2. (-) Mano de Obra Indirecta		S/. 54,415.61	S/. 54,415.61	S/. 54,415.61	S/. 54,415.61	S/. 54,415.61
C3. (-) Otros Gastos Indirectos		S/. 6,796.80	S/. 6,796.80	S/. 6,796.80	S/. 6,796.80	S/. 6,796.80
C4. (-) Depreciación		S/. 15,873.99	S/. 9,625.84	S/. 5,439.79	S/. -	S/. -
D. Utilidad antes de Impuestos		S/. 153,053.24	S/. 122,958.84	S/. 103,317.20	S/. 82,651.23	S/. 55,631.77
E. (-) Impuesto a la renta (30%)		S/. 45,915.97	S/. 36,887.65	S/. 30,995.16	S/. 24,795.37	S/. 16,689.53
F. Utilidad después de impuestos		S/. 107,137.27	S/. 86,071.19	S/. 72,322.04	S/. 57,855.86	S/. 38,942.24
G. (+) Depreciación	S/. -	S/. 15,873.99	S/. 9,625.84	S/. 5,439.79	S/. -	S/. -
H. (+) Amortización	S/. -					
I. (-) Inversión Tangible	S/. -					
J. (-) Inversión Intangible	S/. -					
L. Flujo de caja Económico	S/. -	S/. 123,011.26	S/. 95,697.03	S/. 77,761.83	S/. 57,855.86	S/. 38,942.24

FUENTE: Elaboración Propia en base a: Ingresos (Tabla 35); Materiales Directos (Tabla 41); Mano de Obra Directa (Tabla 43); Otros Costos Directos (Tabla 44); Costos Indirectos (Tabla 50); Depreciación (Anexo 3).

6.5.2 Flujo de Caja Económico Con Mejora

Tabla 53: Flujo de Caja Económico Con Mejora

Flujo de caja Económico	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020
A. Ingresos		S/. 871,459.40	S/. 812,806.04	S/. 774,350.46	S/. 732,218.29	S/. 688,611.49
B. Costos Directos						
B1. (-) Materiales Directos		S/. 292,627.68	S/. 272,932.45	S/. 260,019.43	S/. 245,871.86	S/. 231,229.11
B2. (-) Mano de Obra Directa		S/. 304,555.68	S/. 304,555.68	S/. 304,555.68	S/. 304,555.68	S/. 304,555.68
B3. (-) Otros Costos Directos		S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
C. Costos Indirectos						
C1. (-) Materiales Indirectos		S/. 5,012.64	S/. 5,012.64	S/. 5,012.64	S/. 5,012.64	S/. 5,012.64
C2. (-) Mano de Obra Indirecta		S/. 64,694.11	S/. 64,694.11	S/. 64,694.11	S/. 64,694.11	S/. 64,694.11
C3. (-) Otros Gastos Indirectos		S/. 7,646.40	S/. 7,646.40	S/. 7,646.40	S/. 7,646.40	S/. 7,646.40
C4. (-) Depreciación		S/. 20,868.99	S/. 14,620.84	S/. 10,434.79	S/. 4,995.00	S/. 3,545.00
D. Utilidad antes de Impuestos		S/. 176,053.90	S/. 143,343.92	S/. 121,987.41	S/. 99,442.60	S/. 71,928.55
E. (-) Impuesto a la renta (30%)		S/. 52,816.17	S/. 43,003.18	S/. 36,596.22	S/. 29,832.78	S/. 21,578.57
F. Utilidad después de impuestos		S/. 123,237.73	S/. 100,340.75	S/. 85,391.18	S/. 69,609.82	S/. 50,349.99
G. (+) Depreciación	S/. -	S/. 20,868.99	S/. 14,620.84	S/. 10,434.79	S/. 4,995.00	S/. 3,545.00
H. (+) Amortización	S/. -					
I. (-) Inversión Tangible	S/. -41,250.00					
J. (-) Inversión Intangible	S/. -22,900.00					
L. Flujo de caja Económico	S/. -64,150.00	S/. 144,106.72	S/. 114,961.59	S/. 95,825.97	S/. 74,604.82	S/. 53,894.99

FUENTE: Elaboración Propia en base: Ingresos (Tabla 35); Materiales Directos (Tabla 47); Mano de Obra Directa (Tabla 49); Costos Indirectos (Tabla 51); Depreciación (Anexo 3); Inversiones (Tabla 36).

Finalmente, se muestra el resumen de los Flujos Económicos para el estado actual y propuesto. Por medio de estos se podrá estimar los indicadores de evaluación a fin de que el inversionista pueda tomar la decisión de implementación:

Tabla 54: Flujo Económico del Estado Actual y Propuesto

<i>Descripción</i>	<i>Resumen Flujos Económicos</i>					
	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020
<i>Flujo Económico sin Mejora</i>	S/. -	S/. 123,011.26	S/. 95,697.03	S/. 77,761.83	S/. 57,855.86	S/. 38,942.24
<i>Flujo Económico con Mejora</i>	S/. -64,150.00	S/. 141,990.56	S/. 112,845.42	S/. 93,709.81	S/. 72,488.66	S/. 51,778.82
Variación	S/. -64,150.00	S/. 18,979.30	S/. 17,148.40	S/. 15,947.98	S/. 14,632.80	S/. 12,836.58

FUENTE: Elaboración Propia en base a: Flujo de Caja Económico Sin Mejora (Tabla 52); Flujo de Caja Económico Con Mejora (Tabla 53).

6.6 Indicadores de evaluación

A fin de determinar con mayor certeza la viabilidad del proyecto a implementar, se hace uso de los siguientes indicadores económicos:

6.6.1 Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto es la rentabilidad que se logra actualizando flujos positivos y negativos considerando una inversión. La fórmula para determinarlo es como se muestra a continuación:

$$\pm VAN = \frac{F_1}{(1+r)} + \frac{F_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+r)^n} - I$$

Ecuación 2: Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Dónde:

- F: Flujo anuales
- r: Tasa de Actualización Constante
- I: Inversión
- n: Número de periodos considerados

El VAN se interpreta de la siguiente manera: Cuando este es mayor a 0, significa que el proyecto es rentable para el inversionista, cuando es menor a 0, no se considera rentable, y cuando es igual a 0, es indiferente la elección de la propuesta. Para nuestro estudio, se ha considerado la información mostrada en el Flujo Económico Financiero y

adicionalmente, una Tasa de Actualización Constante del 4.8% siendo el resultado como se muestra a continuación:

VAN Actual	S/. 350,834.8
VAN con Propuesta	S/. 365,761.3

6.6.2 Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno se puede definir como la tasa de interés máxima a la que es posible endeudarse para financiar el proyecto, sin que genere pérdidas. Su cálculo se basa en considerar el Valor Actual Neto (VAN) y dejar como variable la Tasa de Actualización Constante (r). A continuación se muestra la TIR para la propuesta de mejora del presente estudio:

TIR con Propuesta	204.65%
--------------------------	---------

6.6.3 Periodo de Recupero de la Inversión (PRI)

Este indicador nos permitirá medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de la inversión recuperen su costo o inversión inicial. A continuación se muestra el PRI para la propuesta de mejora del presente estudio:

PRI	0.47 años
------------	-----------

CONCLUSIONES

- Mediante la propuesta de redistribución de planta se reduciría los recorridos y costos asociados en 80% y 85.96% para la familia de prendas E y A respectivamente. Se puede observar que se economizaría cerca de 0.4 Nuevos Soles por producto para la familia E y cerca de 0.6 Nuevos Soles para la familia A.
- El tiempo de producción disminuiría en un 26.5% y 96.94% para la familia E y A, siendo su tiempo propuesto de 26.91 y 15.44 minutos respectivamente.
- La capacidad de planta se elevaría en 73.40% y 94.1% para las familias E y A respectivamente. Se demandaría 20 operarios para la línea E y 22 para la línea A. Con estas mejoras, la eficiencia se incrementaría en un 116.74% y 64.33% para las familias E y A respectivamente.
- De acuerdo a los resultados obtenidos mediante los cálculos del TIR y VAN, se puede afirmar que la propuesta es viable para su implementación y quedaría a potestad del inversionista la decisión de efectuar esta.

- En caso se decida por efectuar la propuesta de mejora realizada en este estudio, la inversión se recuperaría en un periodo de 5 meses y 20 días aproximadamente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda, para posteriores estudios, el diseño e implementación de módulos o células de trabajo de tal manera que se consigan mayores beneficios de reducción de desperdicios según la clasificación del *Lean Manufacturing* o Manufactura Esbelta.
- Se recomienda realizar estudios especializados acerca de los factores ergonómicos tales como luz, temperatura y ruido para lograr mayores porcentajes de rendimiento de los trabajadores.
- Se recomienda implementar herramientas de Manufactura Esbelta para lograr mejores resultados en la organización.
- Se recomienda implementar un sistema de remuneración a destajo para los operarios de tal manera que su esfuerzo se vea valorado y premiado acorde a los beneficios que se brinda a la organización.
- Se recomienda buscar mayor especialización en los productos analizados en el presente estudio mediante una fuerza de ventas focalizada en estos.

- Se recomienda la implementación del presente estudio para fomentar la mejora continua en la organización y dejar de lado el trabajo operativo rutinario.

- Se recomienda la asesoría de un especialista para el análisis de los métodos técnicos que utilizan los operarios actualmente de tal manera que se planteen nuevos instrumentos que eleven la productividad de los trabajadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Botero, P. G. (2010). Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad. *Gestión & Sociedad*, Pags. 75-84.
- Castellanos, J., & Rondón, E. (2012). *Proyecto Final de Diseño de Plantas Industriales*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia: Colombia.
- Diaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M. T. (2007). *Disposición de Planta*. Lima : Fondo Editorial.
- Drira, A., Pierrevali, H., & Hajri-Gabouj, S. (2007). Facility layout problems: A survey. *Annual Reviews in Control*, 255-267.
- Edward, H. (1989). *Justo a tiempo: La técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva*. Bogotá: Editorial Normal S.A.
- Groover, M. P. (1996). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Material, Processes and Systems*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Gupta, T., & Seifoddini, H. (1990). Production data based similarity coefficient for machine-component grouping decisions in the design of cellular manufacturing systema. *International Jorunal of Production Research*, 1247-1269.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). *Administración de Operaciones*. México: Pearson Educación de México.
- Machuca, D. (1995). *Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y servicios*. Madrid: McGraw-Hill.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (29 de agosto de 2015). *Marco Macroeconómico Multianual 2016-2018 Revisado*. Recuperado el 10 de marzo de 2016, de Banco Central de Reservas del Perú:
<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Programa-Economico/mmm-2016-2018-agosto.pdf>

- Montalvá, J. M. (2011). *Optimización Multiobjetivo de la Distribución de Planta de Procesos Industriales. Estudio de Objetivo (Tesis de Grado)*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Muther, R. (1981). *Distribución en Planta*. Hispano Europea.
- Page, A. L. (1991). New product development survey: Performance, and best practices. *PDMA*.
- Ramirez, J. V. (2009). *Propuesta y Análisis del Diseño de Distribución de Planta de Alfering Limitada Sede II (Tesis de Grado)*. Magdalena.
- Rivera, L., Cardona, L., Vásquez, L., & Rodriguez, M. (2012). Selección de alternativas de redistribución de planta: un enfoque desde las organizaciones. *Revista S&T*, 9-26.
- Rodriguez, M., & Vásquez, L. (2012). *Guía metodológica para la realización de proyectos de redistribución de planta en Cali [Proyecto de grado]*. Universidad ICESI: Santiago de Cali, Colombia.
- Sing, S., & Sharma, R. (2006). A review of different approaches to facility layout problem. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 425-433.
- Suo, X. (2012). Facility Layout, Manufacturing System, Dr. Faieza Abdul Aziz (Ed.). ISBN: 978-953-51-0530-5, 405-432.
- Tompkiens, J., White, J., Bozer, Y., Franzelle, E., Tanchoco, J., & Trevino, J. (1996). *Facilities Planning*. Nueva York: Wiley.

ANEXOS

Anexo 1: Parqueo de Máquinas Actuales

Nº ITEM	TIPO DE MÁQUINA	TIPO DE SISTEMA	MARCA	MODELO	Nº SERIE	TIPO DE MOTOR	MARCA DE MOTOR	MODELO DE MOTOR	Nº SERIE MOTOR
1	COSTURA RECTA	MECÁNICA	GEMSY	GEM 8700	91011120	MECANICO	OCM	DOL-63A	THC7090554
2	COSTURA RECTA	AUTOMÁTICA	SIRUBA	L818F-M1/13	15335528	SERVO	SERVO MOTOR	VP50AB007	K3803730
3	COSTURA RECTA	MECÁNICA	GEMSY	5550N	DDLBF22305	MECANICO	SUPER POWER	RM1818-1A	S/N
4	COSTURA RECTA	MECÁNICA	COBALT	GC188-M	9125073	MECÁNICO	HOING	CL1243	B10101528
5	COSTURA RECTA	AUTOMÁTICA	SIRUBA	L818F-M1/13	15350709	SERVO	SERVO MOTOR	VP50AB007	K7803587
6	COSTURA RECTA	MECÁNICA	COBALT	GC188-M	9125068	MECANICO	HOSING	CL1243	B10100925
7	COSTURA RECTA	AUTOMÁTICA	SIRUBA	L818F-M1/13	15374758	SERVO	SERVO MOTOR	VP50AB007	K7803479
8	COSTURA RECTA	AUTOMÁTICA	JUKI	DDL8700-7	4DOCM17481	SERVO	JUKI	M92	CMEDD02116
9	COSTURA RECTA	MECÁNICA	COBALT	GC188-M	2234723	MECÁNICO	HOSING	CL1243	22311538
10	COSTURA RECTA	AUTOMÁTICA	SIRUBA	L818F-M1/13	15395882	SERVO	SERVO MOTOR	VP50113007	K7803461
11	COSTURA RECTA	MECÁNICA	COBALT	GC188-M	9125014	MECÁNICO	HOSING	CL1243	B10101026
12	COSTURA RECTA	AUTOMÁTICA	SIRUBA	L818F-M1/13	15374683	SERVO	SERVO MOTOR	VP50AB007	K7803549
13	COSTURA RECTA	AUTOMÁTICA	SIRUBA	L818F-M1/13	15374688	SERVO	SERVO MOTOR	VP50AB007	A8800192
14	COSTURA RECTA	MECÁNICA	COBALT	GC188-M	234509	MECÁNICO	HOSING	CL1243	E10102302
15	COSTURA RECTA	MECÁNICA	COBALT	GC188-M	234489	MECÁNICO	HOSING	CL1243	E10102447
16	COSTURA RECTA	AUTOMÁTICA	SIRUBA	L818F-H1/13	3282248	SERVO	SERVO MOTOR	VP50AB007	A8800994
17	COSTURA RECTA	MECÁNICA	COBALT	GC188-M	91425026	MECÁNICO	HOSING	CL1243	B10101077
18	REMALLADORA	MECÁNICA	SIRUBA	514M2-24	13023814H2	MECÁNICO	HSING	CL1243	E81033355
19	REMALLADORA	MECÁNICA	TAKING	TK-705	20113020	MECANICO	HSING	CL1243	A1311662
20	REMALLADORA	MECÁNICA	TAKING	TK-705	S/N	MECANICO	HOSING	CL1243	A1311583

21	REMALLADORA	MECÁNICA	MERINO	GNGA-5	S/N	MECÁNICO	UNIVERSAL	DOL12H	30526720
22	REMALLADORA 5	MECÁNICA	TAKING	TK-705	S/N	MECÁNICO	HSING	CL1243	A1311660
23	REMALLADORA 5	MECÁNICA	TAKING	TK-705		MECANICO	HOSING	CL1243	A1311580
24	REMALLADORA 5	MECÁNICA	TAKING	TK-705	20113006	MECÁNICO	HSING	CL1243	A1311577
25	REMALLADORA 4	MECANICA	SIRUBA	514M2-24	13032268HK	MECÁNICO	HSING	CL1243	E8103748
26	REMALLADORA	MECANICA	TAKING	TK-705	20113020	MECÁNICO	HSING	CL1243	A1311662
27	REMALLADORA	MECANICA	TAKING	TK-705	S/N	MECÁNICO	HSING	CL1243	A1311576
28	RECUBRIDORA	MECANICA	KINGTEX	FT7000/0364	30900244A	MECÁNICO	HSING	CL1243	F9101510
29	RECUBRIDORA	AUTOMÁTICA	KINGTEX	FT7000/0364M	31102763	SERVO	HSING	G-60-1-00-220	K12G00717
30	RECUBRIDORA	AUTOMÁTICA	SIRUBA	F007K	23213187	SERVO	HSING	G60-1-00-220	K12601256
31	RECUBRIDORA	MECÁNICA	SIRUBA	F007J	F10009815A	MECANICO	HSING	CL1243	D8101558
32	RECUBRIDORA	MECÁNICA	SIRUBA	F007J	F1000995H	MECANICO	HSING	CL1243	D8104608
33	RECUBRIDORA	MECÁNICA	SIRUBA	F007J	F10002273	MECANICO	HSING	CL1243	D8100144
34	RECUBRIDORA	AUTOMÁTICA	KINGTEX	FTD7000/0364M	31003728	SERVO	KINGTEX		
35	RECUBRIDORA	AUTOMÁTICA	KINGTEX	FTD7000	31003259K	SERVO	KINGTEX		
36	DEVANADOR	MECANICO	MACHINTEX	TD5125	S/N				
37	DEVANADOR	MECÁNICO	MACHINTEX	TDS125	S/N				
38	BOTONERA	MECÁNICA	SIRUBA	PK511-C	6907620	MECÁNICO	HOHSING	IM1421	H7104771
39	BOTONERA	MECÁNICA	COBALT	TC373	S/N	MECÁNICO	WANGSING	INMC7421	156306
40	BOTONERA	MECÁNICA	SIRUBA	PK511-C	6907620	MECÁNICO	HOHSING	IM1421	H7101861
41	OJALADORA	MECÁNICA	SIRUBA	BH780-A	8910583	MECÁNICO	HOHSING	IM1421	M7104835
42	OJALADORA	MECÁNICA	COBALT	TC782	360226	MECÁNICO			
43	OJALADORA	MECÁNICA	SIRUBA	BH780-A	8910583	MECÁNICO	HOHSING	IM1421	M7115673
44	ELASTIQUERA	MECANICA	SIRUBA	VC008	VC10000107R	MECANICO	HOSING	CL1243	D8104650
45	ELASTIQUERA	MECANICA	KINGTEX	MTH504P-085	4040580	MECANICO	HOSING	CL1243	L5102949
46	ELASTIQUERA	MECANICA	KINGTEX	MTHS04P-085	3298429	MECANICO	HOSING	CL1243	L5102853

47	COLLARETERA	MECÁNICA	GEMSY	GEM500-02	6033020124	MECÁNICO	FDM	DOL10H	
48	COLLARETERA	SEMI AUTOMÁTICA	KINGTEX	FT7000/0364M	31201157	SERVO	HOHSING	G60-1-00-220	A13GO2382
49	ATRACADORA	AUTOMÁTICA	SUNSTAR	SPS/A-B1201H	30500001	SERVO	SUN STAR	SM55BM	2003.0803080166
50	ATRACADORA	AUTOMÁTICA	SUNSTAR	SPS/A-B1290L	30546701	SERVO	SUN STAR	SH55M4	2001.4279219871
51	CERRADORA	MECÁNICA	SIRUBA	FA007-364XL/DB	8924006	MECÁNICO	HOHSING	CL1243	10101612
52	CERRADORA	MECÁNICA	MARK	S/N	S/N	MECÁNICO	FDM	DOL10H	60411790
53	CERRADORA	MECÁNICA	SIRUBA	C007J	21871521	MECÁNICO	HOSING	CL1243	D6103908
54	CORTADORA DE CINTA	MECÁNICA	GEMSY	S/N	S/N	MECÁNICO	FDM	DOL10H	S/N
55	CORTADORA VERTICAL 8"	MECÁNICA	KAIGU	ZCD160-MH	709236				
56	CORTADORA VERTICAL 10"	MECÁNICA	KAIGU	ZCD210-MH	709257				

Anexo 2: PBI por Sectores

PBI por Sectores
(Var. % anual)

	Estructura % Año Base 2007	2014	MMM 2016-2018				1S2015	MMMR 2016-2018			
			2015	2016	2017	2018		2015	2016	2017	2018
Agropecuario	6,0	1,6	2,5	3,3	3,5	3,9	1,9	2,2	1,8	3,3	3,3
Agrícola	3,8	0,4	2,1	3,4	3,8	4,3	0,1	0,7	1,5	3,5	3,5
Pecuario	2,2	5,9	2,9	3,0	3,0	3,2	5,3	3,7	2,5	3,0	3,0
Pesca	0,7	-27,9	13,1	17,5	7,2	6,6	19,2	17,3	15,3	8,5	6,6
Minería e hidrocarburos	14,4	-0,8	4,3	10,8	7,7	5,0	5,5	4,3	9,3	11,3	2,9
Minería metálica	12,1	-2,1	4,9	12,7	8,6	5,7	10,1	7,5	10,5	13,0	3,1
Hidrocarburos	2,2	4,0	2,5	4,4	4,2	2,4	-9,4	-6,2	4,8	4,4	2,3
Manufactura	16,5	-3,6	2,2	3,7	4,3	4,7	-2,6	-0,7	1,8	3,3	3,5
Manufactura Primaria	4,1	-9,7	5,0	6,5	5,5	5,2	1,1	4,0	5,7	5,6	4,2
Manufactura No Primaria	12,4	-1,0	1,2	2,8	3,8	4,5	-3,8	-2,2	0,6	2,4	3,2
Electricidad y agua	1,7	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	5,1	5,1	5,0	5,6	5,6
Construcción	5,1	1,6	3,0	4,2	5,5	5,5	-7,9	-3,3	4,2	4,2	4,5
Comercio	10,2	4,4	4,7	5,1	5,3	5,5	3,7	3,7	3,8	4,5	4,5
Servicios	37,1	5,9	5,5	5,5	5,7	5,8	5,1	5,1	5,1	5,2	5,4
PBI	100,0	2,4	4,2	5,5	5,5	5,5	2,4	3,0	4,3	5,3	4,5
PBI Primario	25,2	-2,3	4,1	8,4	6,3	4,8	4,1	4,0	7,0	8,5	3,3
PBI No Primario ²	66,5	4,1	4,4	4,9	5,4	5,6	2,3	2,9	4,1	4,6	4,9

Anexo 3: Depreciación de Maquinaria Actual y Propuesta

Depreciación de Inversiones							
Partidas	Detalle	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	Valor de recupero
Equipos de procesamiento de datos	25%						
Ploter	S/. 4,500.00	S/. 1,125.00	S/. 1,125.00	S/. 1,125.00	S/. 1,125.00	S/. -	S/. -
Computadora	S/. 1,300.00	S/. 325.00	S/. 325.00	S/. 325.00	S/. 325.00	S/. -	S/. -
Otros Activos	10%						
Mesa de PC	S/. 500.00	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 50.00	S/. 250.00
Balanza de precisión	S/. 900.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 450.00
Carro MP	S/. 2,400.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 240.00	S/. 1,200.00
Carro Habilitado	S/. 900.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 90.00	S/. 450.00
Mesas Habilitado	S/. 1,350.00	S/. 135.00	S/. 135.00	S/. 135.00	S/. 135.00	S/. 135.00	S/. 675.00
Estampadora	S/. 14,800.00	S/. 1,480.00	S/. 1,480.00	S/. 1,480.00	S/. 1,480.00	S/. 1,480.00	S/. 7,400.00
Termofijadora	S/. 11,900.00	S/. 1,190.00	S/. 1,190.00	S/. 1,190.00	S/. 1,190.00	S/. 1,190.00	S/. 5,950.00
Anaqueles Servicios	S/. 2,700.00	S/. 270.00	S/. 270.00	S/. 270.00	S/. 270.00	S/. 270.00	S/. 1,350.00
Total Depreciación		S/. 4,995.00	S/. 4,995.00	S/. 4,995.00	S/. 4,995.00	S/. 3,545.00	
Depreciación equipos antiguos							
Partidas	Detalle	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	Valor de recupero
Varios		S/. 15,873.99	S/. 9,625.84	S/. 5,439.79			
Total Depreciación		S/. 20,868.99	S/. 14,620.84	S/. 10,434.79	S/. 4,995.00	S/. 3,545.00	